N° 21 15 NOVEMBRE 1931

Revue générale des Sciences pures et appliquées

Fondateur : **Louis OLIVIER** (1890-1910) — Directeur : **J. P. LANGLOIS** (1910-1923)

Directeur : **Louis MANGIN**, Membre de l'Institut, Directeur du Muséum national d'Histoire naturelle

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Ch. DAUZATS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Adolf Engler [1].

Engler, qu'on a appelé le Nestor de la Botanique allemande, est mort le 10 octobre 1930. Ce fut une très grande figure humaine, un de ces géants comme il en apparaît çà et là dans le temps, dont l'impulsion puissante imprime au progrès un bond décisif. La Science étant un patrimoine commun, nous devons rendre hommage à la mémoire d'Engler qui a servi pour tous. En nous plaçant au point de vue utilitaire, il est utile de rompre l'obstacle des frontières et des langues pour mieux nous rappeler ce que renferme son œuvre et en mieux profiter. Ces diverses raisons nous ont poussé à retracer avec une brièveté nécessaire, mais que nous regrettons, les grandes étapes de l'œuvre réalisée, nous ne dirons pas de la vie elle-même de savant, car elle se confond avec son œuvre. Celle-ci fût assez puissante, on le verra, pour absorber tous les instants d'une existence qui dépasse pourtant en durée celle dont l'homme dispose habituellement pour affirmer sa personnalité et apporter sa contribution à l'œuvre commune.

Adolf Engler naquit le 52 mars 1844 à Sagan et mourut le 10 octobre 1930 à Berlin-Dahlem. Il ne se livrait guère et on ignore à peu près tout de son enfance et de sa jeunesse, sinon qu'elle fut simple, peu facile, laborieuse. Comme dans un conte, une fée avait déposé sa vocation dans son berceau; pour le reste, sa mère l'éleva. Dès le gymnase, ses plus grandes jouissances furent les excursions botaniques autour de Breslau, d'abord, et, bientôt, en Silésie. A 19 ans, il quitte l'Ecole pour l'Université. Il eut à Breslau des maîtres comme Goeppert, Ferdinand Cohn et le géographe Neumann. Ayant soutenu sa thèse de Doctorat en 1866, il retourne comme maître au Magdalenen-Gymnasium. Il y trouva les loisirs nécessaires à la poursuite de recherches personnelles et publia notamment une monographie du genre *Saxifraga* (1872). Il entra alors en relation avec Eichler, dont l'influence était prépondérante en Allemagne, et Nägeli, sur sa recommandation, l'appela comme custode des collections botaniques de Münich. En 1872, il devint docent de l'Université de cette ville; en 1878, il est professeur à l'Université de Kiel, en 1884 à celle de Breslau et finalement, en 1899, à celle de Berlin.

Le séjour à Münich lui donne la maturité scientifique. Il trouve dans cette ville les conseils de Nägeli, des moyens de travail exceptionnels, des relations intéressantes et aussi la montagne pour ses excursions botaniques. Il collabore à la *Flora brasiliensis* et rédige une importante monographie des *Araceae* (1878). Il perfectionne les méthodes de la systématique en appelant à son secours non seulement la morphologie, mais l'anatomie et l'embryologie et peut légitimer ainsi la séparation des Géraniales et des Sapindales; sa façon de comprendre l'étude de la systématique s'affirme dans sa monographie des Aracées. Laisser parler les faits et se tenir au courant de tous les progrès de la Morphologie au sens le plus large, telles sont ses direc-

1. Diels (L.), Adolf Engler, *Ber. d. d. bot. Gesell.* XLVIII, 19 mai 1931, p. 136-163, 1 portrait.

tives; elles imprègnent toute son œuvre ultérieure et lui donneront son caractère particulier.

Déjà s'impose pour lui la nécessité de réformer la classification. L'ancienne division en Cryptogames et Phanérogames n'était plus suffisante. Il sépare les mousses et les fougères en un groupe : les *Embryophytes zoïdogames*, ce qui marque leur liaison avec les plantes à fleurs ou *Embryophytes siphonogames*. Le vieux groupe des Thallophytes fut démembré et ne comportait pas moins de 16 divisions dans les dernières éditions du *Syllabus*. Sa classification devait s'imposer et prendre un intérêt pratique par l'œuvre grandiose qu'il entreprit de la publication des *Natürlichen Pflanzenfamilien* pour laquelle Prantl lui apporta un précieux concours concernant les Cryptogames. Des œuvres similaires avaient paru antérieurement : le *Prodrome* de de Candolle, les *Genera* d'Endlicher, de Lindley, de Bentham et Hooker, l'*Histoire des Plantes* de Baillon. Mais il fallait mettre ces œuvres au point de la Science, les rénover par le concours de l'anatomie, de l'embryologie et de la géographie et, surtout, par l'adjonction des Cryptogames que les précédents auteurs avaient exclus, tandis qu'ils prennent une place prépondérante dans l'œuvre d'Engler. Cet ouvrage commencé en 1887 a fait l'objet d'une seconde édition dont les 27 volumes doivent être achevés vers 1932.

Avant même que les *Pflanzenfamilien* fussent complètement parues, Engler inaugurait en 1900 une entreprise plus puissante encore, le *Pflanzenreich;* c'est un *species* comme le *Prodrome* de de Candolle. Cette œuvre colossale paraît encore. C'est par de telles publications que la Science allemande se rend nécessaire et permet à ses savants de trouver une publicité de leurs œuvres qui n'entre pas dans les moyens de leurs confrères étrangers.

Dans sa conception de la classification, Engler met en œuvre la notion d'évolution, mais limite celle-ci dans les applications. Il admet la forme généalogique pour les dernières ramifications, mais la répudie pour l'ensemble des plantes. Le système phylogénétique était pour lui un idéal pratiquement irréalisable. La systématique doit être avant tout fondée sur la constance des caractères pour limiter les groupes, ensuite on peut rechercher l'évolution des groupes pour les relier dans un ordre aussi naturel que possible. La paléontologie et la géographie doivent guider les progrès. L'étude de l'hérédité peut servir de fil conducteur pour la connaissance phylétique de l'espèce, du genre et tout au plus de la famille. Une Monographie doit tendre vers ce but phylétique. Il applique ces notions dès sa Monographie des Saxifrages.

Son « Histoire du développement du Monde des Plantes[1] » (1879-1882) fonda sa renommée scientifique. La géographie botanique s'y trouve tout imprégnée de l'esprit évolutionniste et de la biologie la plus récente et ses progrès apparaissent liés à la connaissance des périodes géologiques. De Candolle avait indiqué la voie où s'engageait Engler de toutes ses forces dans ce travail qui est la plus personnelle de ses œuvres. Sa conception est restée que, dans l'hémisphère nord, existait au Tertiaire une flore uniforme, qui aurait été modifiée à des degrés divers à l'époque glaciaire; il en est résulté les différences actuelles. Dans cet ouvrage étaient développées beaucoup d'autres idées de première importance que nous regrettons de ne pouvoir rapporter ici, faute de place; elles ont influencé toute la Science moderne : migrations, critique du lamarckisme, polymorphie de l'espèce, dynamisme de la végétation, systématique, sociologie végétale, etc. Pour soutenir ses idées, il avait fondé, dès 1880, un grand périodique de géographie botanique, son « *Botanischen Jahrbücher* ».

Il trouva à Berlin des ressources plus grandes en collaborateurs et en moyen matériels pour poursuivre la publication des *Pflanzenfamilien* et du *Pflanzenreich;* mais là d'autres tâches l'attendaient. L'action de l'Empire en Afrique se développait et les institutions scientifiques prenaient une grande part dans l'étude de ces pays nouveaux. De Berlin étaient partis pour l'Afrique : Barth, Rohlfs, puis Schweinfurth, Ascherson avait stimulé les expéditions et les collecteurs. Engler allait à son tour aborder l'Afrique inconnue. Il utilise d'abord les collections de Wilhelm Schimper sur l'Abyssinie, d'un étiquetage si parfait qu'il put en tirer l'étude des formations et des zones d'altitude. Il donne des instructions aux collecteurs. Les *Botanischen Jahrbücher* s'emplissent de descriptions d'espèces nouvelles ou de Monographies de familles entières. Les taches blanches de la carte de la végétation africaine se rétrécissent avec une surprenante rapidité. Les problèmes généraux de géographie botanique que ces découvertes soulèvent étaient abordés à leur tour. En 10 ans, Engler put décrire la végétation du continent africain tout entier dans le *Pflanzenwelt Afrikas*, ouvrage de 3.577 pages (1908 1925, 5 volumes); sa direction seule avait pu entraîner les collaborateurs nécessaires. Il avait fait lui-même deux voyages en Afrique; Engler trouva d'ailleurs le moyen d'effectuer au cours de sa carrière de nombreux voyages d'étude à travers le monde.

Une œuvre considérable d'Engler à Berlin fut l'édification de toutes pièces du Jardin Botanique de Berlin-Dahlem. Le jardin botanique était à son arrivée, dans Berlin même, à Schöneberg; il résolut de le transporter hors de la ville, ce qui lui fut accordé en 1895. Ce devait être non plus seulement le jardin botanique de l'Université, mais un jardin national. Il y eut à côté des « Ecoles botaniques » un *Arboretum* et un important ensemble de serres. Ce qui lui tenait le plus à cœur, et ce qu'il réalisa dans la mesure où le climat le rendait possible, ce furent des reconstitutions géobotaniques de la végétation de régions déterminées. On trouve « mêlés dans

1. *Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt, insbesondere, der Florengebiete seit der Tertiärperiode.* 2 Bde, Leipzig, 202, 385 S., 2 Karten, 1879-1882.

cette œuvre, écrit Diels, expérience, érudition, sentiment et pensée profonde. Ce jardin est son legs le plus personnel ».

A la suite de cette étude, l'œuvre d'Engler nous apparaît dans ses lignes grandioses, mais l'homme ne se dévoile guère et son biographe et collaborateur, L. Diels, ne paraît guère pouvoir nous en dire grand'chose. Cela ne peut nous surprendre. L'œuvre d'un homme embrassant d'un si vaste coup d'œil le monde de la nature ne saurait être que très objective et sa personnalité s'y absorbe entièrement. Son esprit seul se manifeste et « s'élevait hors du temps et du lieu; quelque chose d'universel y était vivant ».

Nous pouvons dire en terminant cet exposé qu'Engler fut un esprit où vivait l'universel avec la préoccupation constante de créer et de synthétiser. Il imprima à la systématique ce caractère phylogénétique qui devait la caractériser de plus en plus, il la fortifia de l'appui, non seulement de la Morphologie, mais de l'Anatomie, de l'Embryologie et de la Paléontologie. Avec lui la floristique n'est plus que l'auxiliaire de la systématique et de la Géographie botanique et celle-ci s'imprègne de l'esprit évolutionniste et de la plus récente Biologie; elle recourt aussi à l'aide de la Géologie. Il étudie magistralement l'influence de la période glaciaire sur la répartition des flores dans le monde. Organisateur extraordinaire, il entraîne et discipline une légion de collaborateurs et réalise ainsi des œuvres puissantes qui imposent pour ainsi dire au monde ses propres conceptions et la science allemande. C'est ainsi que dans un vaste ouvrage, il décrit la végétation du continent africain tout entier; dans le *Pflanzenfamilien*, il dresse l'état de la végétation du monde; dans le *Pflanzenreich*, cette étude est poussée jusqu'à la description de toutes les espèces de la terre. Pour soutenir et alimenter ces œuvres vraiment colossales, il fonde et dirige pendant 50 ans un grand périodique botanique, le *Botanischen Jahrbücher* qu'on appelle couramment le *Jahrbücher* d'Engler. Grâce à ces publications, sa classification s'imposa au monde, sauf en France et en Angleterre; elle a pesé d'un poids peut être un peu lourd sur les progrès de la classification naturelle. Enfin, le Jardin Botanique de Berlin-Dahlem, jardin national pour l'Allemagne, est son œuvre la plus originale.

Il n'est donc que justice de dire qu'Engler fut un des plus puissants leviers du progrès de la Science moderne.

J. Beauverie,
Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon.

§ 2. — Sciences naturelles.

Pierres précieuses exploitées à Madagascar [1].

Jusqu'à ces dernières années les pierres précieuses de Madagascar étaient dépréciées, celles de l'Inde et du Brésil gardaient les hauts prix. Cependant les pierres malgaches, lorsqu'elles étaient de premier choix, étaient écoulées comme venant du Brésil, tandis que les pierres de valeur médiocre « recueillies à Madagascar ou ailleurs » étaient données comme de provenance malgache. Ainsi était fortifié le bon renom des gemmes du Brésil, dont le commerce était surtout entre des mains allemandes, et se trouvaient décriés les produits de notre colonie » cette mise au point, faite par le professeur Lacroix, était nécessaire et l'ouvrage du savant minéralogiste du Muséum « Minéralogie de Madagascar » vint définitivement faire connaître la haute qualité des pierres précieuses malgaches.

Il n'est pas inutile de citer, en ces temps où l'attention est tout particulièrement tendue vers les colonies, les principales pierres précieuses donnant lieu à une exploitation. Ce sont :

Ce sont :

Les béryls, dont on connaît des variétés blanches, vertes ou bleu pâle, d'autres d'un vert foncé (aigue marine), d'un rose foncé ou d'un bleu foncé, suivant les gisements.

Les tourmalines, de nuances très variées, depuis le vert foncé jusqu'au rouge foncé (rubellite).

Les grenats. — On doit citer surtout la spessartine de couleur jaune d'or, à cristaux très réfringents. Les variétés à couleur rouge sombre avec reflets violacés sont plus estimées que les variétés correspondantes de l'Oural et de la Bohême.

L'orthose. — Un important gisement d'orthose jaune citron donne de fort belles pierres, malheureusement trop tendres et conservant assez mal le poli.

Les topazes. — La topaze normale jaune n'a pas été découverte à Madagascar; par contre il existe une pierre incolore que M. Lacroix a déterminée comme étant une topaze incolore.

Elle se distingue du quartz et du béryl blanc notamment par sa grande densité et par son clivage; taillée elle imite le diamant.

Les améthystes: le quartz violet n'est pas très rare à Madagascar.

Le quartz citrin existe et donne des pierres très belles.

Le triphane de la variété kunzite (SiO^3, 2 Al Li), incolore, jaune paille, rose lilas, très réfringent.

Le corindon, à l'état de gemmes, y est rare.

Les spinelles notamment la ferripicotite d'un noir éclatant.

Le cyncophane ou chrysobéryl $(AlO^2)^3$ Gl, jaune d'or de densité 3,70, de dureté 8,5.

Le zircon, de densité 4,70 de dureté 7,5 peut donner de très belles pierres dans ses cristaux transparents.

La damburite, SiO^4, 2BCa, constitue parfois de beaux cristaux jaune madère, analogues à la topaze.

La Scapolite, en cristaux transparents, mais sa dureté 6,5, est un peu faible.

On trouve encore à Madagascar, des minéraux con-

1. *Rev. Int. des Prod. coloniaux*, juin 1931.

venant bien à l'ornementation ou à des utilisations artistiques diverses.

Le quartz hyalin (objets d'art, lunetterie, optique de précision) le quartz rose, l'améthyste, le quartz opalescent, la calcédoine agate, l'amazonite (variété de microcline de teinte verte), le grenat (pivoterie, abrasif) le corindon (pivoterie, tréfilerie, abrasif); quant au minerai de glucinium il est constitué par les béryls opaques que l'on rencontre fréquemment dans les pegmatites malgaches.

Il faudrait de longues pages pour énumérer toutes les espèces minéralogiques intéressantes que l'on trouve à Madagascar; nous avons simplement cherché à rappeler la richesse de notre colonie sous ce rapport et l'intérêt qu'il y a pour nos industries à acheter à Madagascar les minerais et les pierres dont elles ont besoin et qu'elle se procurait autrefois dans les pays étrangers.

M. R.

§ 3. — Art de l'Ingénieur.

Matériel de laiterie.

Dans tous les temps, et chez tous les peuples, le lait fut considéré comme un des principaux aliments que fournit directement la nature. Il renferme, en effet, en proportions convenables tous les éléments nécessaires à la nutrition, sous une forme digestible et assimilable. Si, de nos jours le lait n'est, en général, consommé — et il faut le regretter — que par les tout petits, les malades et les vieillards, il a constitué pendant fort longtemps, la principale alimentation des hommes.

Les peuples pasteurs, tels que les Arabes, considéraient jadis ce breuvage et les troupeaux qui le leur fournissaient, comme leur principale richesse. Les Hébreux, encore nomades, évaluaient la fortune d'un propriétaire à la quantité de lait produite par ses troupeaux.

La préférence de ces peuples allait au lait de chèvre ou de brebis plutôt qu'au lait de vache. Les Romains avaient le même goût, si l'on en juge d'après Pline, qui dit dans son *Histoire Naturelle:* « Le lait de chèvre est meilleur pour l'estomac, parce que les chèvres se nourrissent plus de feuillages que d'herbes. Le lait de brebis, quoique plus doux et plus nutritif, lui convient moins parce qu'il est plus gras. » Les Hébreux, de leur côté, faisaient également grand cas du lait de chamelle. Mais c'était pour en obtenir, en le laissant tourner, une boisson enivrante, comme le font d'ailleurs encore certaines peuplades arabes. De nos jours, c'est le lait de vache qui est le plus utilisé.

Le nombre des vaches laitières en France est d'environ huit millions. Elles fournissent en moyenne 130 millions d'hectolitres de lait, sur lesquels 28 sont consacrés à l'alimentation des veaux, 44 à la fabrication du beurre, 18 à celle des fromages, et le reste à la consommation humaine.

La production du lait de chèvre est environ de 2 millions et demi d'hectolitres et celle du lait de brebis de 1 million et demi.

Le lait est un aliment essentiellement destiné par la nature à être consommé sur place, car il constitue un milieu de culture par excellence pour tous les germes microbiens. C'est donc un problème ardu que d'amener à la ville, en quantités suffisantes pour satisfaire aux besoins de la population, un lait « propre et sain » c'est-à-dire exempt de microbes pathogènes et de toute souillure, susceptible de se conserver du jour au lendemain chez le consommateur; n'ayant rien perdu de ses propriétés nutritives et restant d'un goût agréable. C'est vers ce but que tendent les divers traitements auxquels le lait est soumis depuis sa production jusqu'à sa consommation, et que nous allons successivement étudier, dans la mesure où nous le permet le cadre restreint de cette chronique.

Tout d'abord, il importe d'indiquer que l'hygiène du lait dépend essentiellement de la propreté de la traite. L'apparition des machines à traire a permis de réaliser dans cette voie de très grands progrès en soustrayant le lait à l'envahissement des germes de l'air et des poussières de toutes sortes qui sont particulièrement abondants à une faible hauteur au-dessus de la litière.

Une machine à traire se compose d'un récipient, souvent en bronze phosphoreux, et d'un couvercle de même métal, relié, d'un côté, à une tuyauterie, dans laquelle une pompe à palettes excentrées produit à la fois le vide et les pulsations; celles-ci à une cadence régulière et immuable. De l'autre côté, le couvercle communique, par des tubes de caoutchouc, avec les gobelets trayeurs, au nombre de quatre, à proximité desquels se trouve un distributeur de pulsations permettant de réaliser une traite alternative des trayons avant et arrière. Les gobelets sont constitués par une enveloppe métallique dans laquelle se trouve un second gobelet, en caoutchouc, qui enserre le trayon. L'espace intermédiaire entre les deux enveloppes communique avec le pulsateur par l'un des tubes mentionnés ci-dessus qui l'emplit alternativement d'air raréfié et d'air atmosphérique, on obtient ainsi une ouverture, puis une compression du gobelet en caoutchouc, qui, en liaison avec l'effet d aspiration intérieure, imitent le travail du veau, et le lait s'écoule jusqu'au pot trayeur, par un second tube, qui relie celui-ci à la paroi intérieure du gobelet en caoutchouc.

Un récipient à air, destiné à recueillir les impuretés ou l'eau de condensation de la tuyauterie de vide, et une valve de contrôle automatique, complètent l'installation qui peut comporter une ou plusieurs trayeuses.

L'ensemble est actionné soit par un moteur électrique, soit par un moteur à essence.

On rencontre également des machines à traire électro-magnétiques, dans lesquelles un interrupteur spécial transmet à intervalles réguliers le courant aux gobelets trayeurs, où un simple électro-aimant détermine les pulsations.

Aussitôt après la traite, à la ferme, le lait doit être filtré pour en éliminer les impuretés lourdes qui servent de support aux germes bactériens et diminuer par là même le nombre des microbes pathogènes appelés à s'y multiplier.

Il existe de nombreux modèles de filtres, qui affectent une forme tronconique et utilisent comme matière filtrante soit de l'ouate, soit un tissu à mailles serrées.

Ce premier nettoyage effectué à la ferme ou dans un dépôt de ramassage doit être suivi d'une réfrigération destinée à retarder le développement des germes qui n'ont pas été arrêtés à la filtration. Il sera achevé à l'usine laitière, après le triage des laits, par une opération plus poussée mettant en jeu la force centrifuge qui, seule, permet d'éliminer les impuretés les plus fines.

Les nettoyeurs centrifuges à bol creux, qui étaient jadis employés, ont été peu à peu remplacés, depuis une vingtaine d'années, par des nettoyeurs à disques basés sur le principe des écrémeuses qui produisent une meilleure épuration sans séparer toutefois la matière grasse du lait lequel conserve toute son homogénéité. La force centrifuge développée dans les conditions où les appareils nettoyeurs sont utilisés est, en effet, insuffisante pour provoquer l'écrémage.

Les impuretés s'accumulent dans une large chambre annulaire que présente le bol à la périphérie.

Ajoutons que certains modèles récents sont munis d'un dispositif spécial ou bien d'une double commande qui permettent d'augmenter ou de diminuer la vitesse de rotation et, par conséquent, d'utiliser l'appareil soit comme écrémeuse, soit comme nettoyeur, après remplacement des bols et des ferblanteries.

Les nettoyeurs se prêtent généralement à différents genres de commandes, par courroie ou par moteur électrique.

La pasteurisation a pour effet de rendre le lait inoffensif et de prolonger sa conservation par la destruction de certains germes microbiens.

Elle est obtenue, dans la pratique de deux façons; soit en portant le lait, pendant trente minutes à la température de 63° C. — pasteurisation basse ou de longue durée soit en le portant à 85-90° C. — pendant une minute — pasteurisation haute. Il ne nous est pas possible de nous étendre ici sur les mérites respectifs de ces deux procédés. Nous nous bornerons à indiquer que de nombreux auteurs s'accordent à reconnaître que le premier est celui qui convient le mieux au traitement du lait destiné à être consommé en nature.

On rencontre de nombreux types de pasteurisateurs, chauffés soit à la vapeur, soit à l'eau chaude.

Les pasteurisateurs ordinaires ont la forme d'une cuve cylindrique, généralement chauffée à la vapeur, et sont munis d'un agitateur à palettes ou à plateaux annulaires, dont la commande peut être placée en dessus ou en dessous.

Dans les appareils de grosse taille la cuve peut tourner autour d'un axe horizontal fixé dans le support pour faciliter le nettoyage.

Les pasteurisateurs à doubles tuyaux répondant aux exigences de certains praticiens. La température du lait y est relevée au moyen d'eau chaude qui circule à contre-courant à assez grande vitesse, dans une enveloppe concentrique. Les doubles tuyaux sont entourés d'un manteau protecteur. Les côtés de l'appareil sont, d'autre part, démontables, pour qu'on puisse nettoyer l'intérieur des tuyaux à lait au moyen d'une brosse écouvillon. En outre, ces tuyaux peuvent être retirés complètement hors de leur logement pour le nettoyage des parois de la chambre à eau.

On emploie quelquefois, pour la pasteurisation basse, des cuves à compartiments dans lesquelles le remplissage, le séjour du lait et son évacuation s'effectuent automatiquement.

Depuis quelque temps, on a tendance à effectuer la pasteurisation du lait en couche mince et les efforts de nombreux constructeurs se sont orientés dans ce sens.

Parmi les appareils construits à cet effet; les plus courants, sont les pasteurisateurs tubulaires à ruissellement dans lesquels toutes les particules du lait viennent successivement en contact avec une surface ondulée recouvrant des tubes à l'intérieur desquels circule de l'eau chaude. En vue de l'aération du lait, la partie supérieure de la surface ondulée est exposée à l'air et la partie inférieure est pourvue de part et d'autre, de tôles formant manteaux, pouvant être écartées pour le nettoyage.

Parmi les modèles récents, quelques-uns sont constitués par des compartiments ou cellules que traverse de part en part un système tubulaire composé de tubes concentriques communiquant entre eux, deux à deux, à leurs extrémités, ce qui oblige le lait à parcourir plusieurs fois la longueur des éléments pasteurisateurs.

Dans le plus petit des tubes concentriques est introduit un noyau cylindrique exactement centré, qui ménage à sa périphérie une zone annulaire laquelle détermine la couche mince du lait à chauffer. Les éléments dont le nombre varie suivant le débit horaire à obtenir, sont fermés à leurs extrémités par des petites portes au moyen de vis de pression dont le serrage empêche toute communication entre les divers circuits.

La pasteurisation du lait, dans ce cas, se fait à l'abri de l'air.

Nous mentionnerons encore les appareils à plateaux ou à tambour rotatif plus spécialement affectés à la pasteurisation haute à 90° C.

Ajoutons que certains pasteurisateurs tubulaires peuvent être employés pour les deux méthodes de pasteurisation et quelquefois pour la stérilisation (105 à 115° C.).

Il va de soi qu'avant d'être introduit dans le pasteurisateur le lait doit être réchauffé à la température nécessaire. Dans le but d'éviter toute déperdition de chaleur et de réduire la consommation de combustible, on a été amené à concevoir des appareils tirant parti de la température élevée du lait, au sortir des pasteurisateurs pour réchauffer le lait

froid. Ce sont les échangeurs-récupérateurs; ils sont en principe constitués par des tuyaux en cuivre étiré, étamés intérieurement et extérieurement et enchassés dans des flasques latéraux agencés de façon à diriger le cheminement du liquide chaud. Le lait chaud circule à l'intérieur et se trouve refroidi par le lait froid, qui en ruisselant extérieurement, s'aère et se réchauffe avant son admission dans le pasteurisateur.

Quelques types de pasteurisateurs tubulaires peuvent être employés comme récupérateurs-échangeurs. D'autre part certains appareils pour pasteurisation haute (systèmes à tambour ou à plateaux) font en même temps fonction d'échangeurs récupérateurs, sans qu'il soit nécessaire de leur adjoindre un dispositif spécial.

Au sortir du pasteurisateur, le lait doit être refroidi immédiatement et maintenu jusqu'à sa distribution, à la température de + 3° C. Plus le refroidissement aura été énergique, et mieux le lait se conservera.

Les appareils réfrigérants les plus employés sont du type, à ruissellement ou du type à doubles tuyaux à contre-courant. Ils sont, les uns et les autres, basés sur le même principe que les pasteurisateurs à ruissellement ou à doubles tuyaux que nous avons décrits ci-dessus.

Réfrigérants à ruissellement et réfrigérants à double tuyaux peuvent être conçus ou bien simplement pour le refroidissement par l'eau ou bien par l'eau et la saumure.

Il existe également des réfrigérants cylindriques. Mais ils n'utilisent en général que l'eau froide.

En attendant sa distribution, le lait peut être maintenu au frais dans des réservoirs de garde, qui affectent généralement la forme rectangulaire, et sont pourvus d'une garniture isolante et d'une enveloppe protectrice extérieure.

On emploie également des citernes entièrement closes munies d'un trou d'homme contre lequel s'applique un tampon obturateur, maintenu serré par des vis de pression. Ce couvercle est pourvu d'un ou deux hublots et d'un robinet d'évacuation d'air. Un projecteur électrique mobile, placé sur l'un des hublots envoie à l'intérieur des rayons lumineux qui permettent de se rendre compte par l'autre hublot à quelle hauteur arrive le liquide. Ces citernes sont le plus souvent construites en tôle d'acier recouverte d'un enduit vitrifié ou d'une couche épaisse de nickel pur, ou bien encore en tôle épaisse d'aluminium pur.

Cuves et citernes sont complétées par un agitateur qui, en déterminant des courants dans la masse du lait, empêche la montée de la crème.

Lorsque de grosses quantités de lait doivent être emmagasinées, on est obligé de recourir à une véritable installation frigorifique. Une telle installation se compose essentiellement d'un compresseur, d'un condenseur, d'un évaporateur et d'un robinet de détente placé sur la tuyauterie faisant communiquer le condenseur et l'évaporateur.

Le fonctionnement de cette sorte d'installation est bien connu; nous ne nous y arrêtons donc pas.

Dans quelques cas, au lieu de saumure, on emploie des appareils à détente directe; certains utilisent comme réfrigérant, le chlorure d'éthyle et se composent d'un compresseur à rotation, d'un condenseur à doubles tuyaux à contre-courant, et du réfrigérateur à lait proprement dit. Dans le compresseur le gaz de chlorure d'éthyle est condensé par aspiration et pression à environ 0,5 ou 1 atmosphère. Il se condense ensuite en liquide dans le condenseur au moyen d'eau de réfrigération; du condenseur, le chlorure d'éthyle liquide arrive à une soupape de réglage (soupape d'injection) qui, peu ouverte, laisse passer une certaine quantité de liquide. Celui-ci entre alors dans la partie basse du réfrigérateur où il s'évapore sous vacuité, et produit le froid. Le gaz est ensuite aspiré par le compresseur où il se condense à nouveau et ainsi de suite.

Dans la partie supérieure de l'appareil l'eau froide circule dans des tubes sur lesquels le lait ruisselle et abandonne ses calories.

En ce qui concerne le transport du lait, le matériel varie suivant les circonstances et aussi les pays.

En France, quoique certaines sociétés laitières des environs de Paris aient envisagé le transport du lait en citernes automobiles, le pot à lait traditionnel est resté à peu près le seul instrument de transport. Tout d'abord construit en fer étamé il a été par la suite, en tôle d'acier étamée, plus robuste. Actuellement, certains constructeurs fabriquent des pots à lait en aluminium qui résistent mieux à l'acidité du lait, et offrent, en outre, l'avantage d'être plus légers et faits d'une seule pièce.

A l'étranger, le pot à lait n'est plus guère utilisé que de la ferme aux centres de ramassage ou aux usines laitières; dans les autres cas, on a recours soit à des fûts métalliques de 100 à 500 litres, soit à des automobiles citernes de 3.000 à 5.000 litres, soit enfin à des wagons citernes de chemins de fer de 5.000 à 10.000 litres.

Ajoutons, que dans certains pays, Allemagne et Italie, par exemple, on utilise pour la distribution des pots à lait aux détaillants des tracteurs électriques avec remorques. En France, cette distribution se fait généralement par voitures à chevaux ou par camions automobiles spécialement aménagés.

Les pots à lait, s'ils ne sont pas méticuleusement nettoyés et stérilisés après usage ,deviennent une cause de contamination certaine par les bactéries qui s'y accumulent.

Aussi les techniciens ont-ils été amenés à établir des machines à grand rendement effectuant automatiquement cette double opération. Certains appareils produisent successivement le désablage du pot par un jet d'eau froide; le lessivage à 40 ou 50° le rinçage à l'eau froide; la stérilisation à la vapeur, et enfin le séchage à l'air chaud. D'autres appareils plus simples effectuent un rinçage à l'eau froide puis à l'eau chaude, par une injection de vapeur.

Il convient de signaler le réel progrès apporté dans l'hygiène du lait par la création d'appareils de distribution automatique, qui évitent la contamination

chez le détaillant soit par les mesures et entonnoirs d'un nettoyage souvent difficile, soit par les poussières atmosphériques. Ils se composent essentiellement d'une bassine d'une contenance de 60 litres dans laquelle un piston actionné par un levier brasse le lait et l'oblige à remonter dans un jaugeur d où il s'écoule par un robinet. Un dispositif permet de fixer le jaugeur à la hauteur correspondant à la quantité de lait à distribuer. On peut ainsi débiter de 1/4 de litre jusqu'à 2 litres. Un bac à glace, contenant 2 kilos de glace est en contact permanent avec le lait dans la bassine et assure une réfrigération suffisante. Les parties en contact avec le lait sont en métaux inoxydables par celui-ci et l'ensemble est d'une grande simplicité de nettoyage.

Lorsque le lait doit être mis en bouteilles, on utilise des machines qui effectuent automatiquement le lavage, le remplissage et le bouchage des carafes en verre, ou bien le remplissage et le bouchage de ces carafes en papier paraffiné qu'on a vu apparaître récemment, fermées par une agrafe et ne servant qu'une fois.

Ici, il convient de mentionner un procédé spécial de bouchage qui, en faisant le vide dans les bouteilles, supprime l'action nuisible de l'oxygène de l'air sur certains constituants du lait. Les machines employées en l'occurence effectuent l'opération en deux temps : 1° Vidange de l'air contenu dans les récipients à boucher; 2° bouchage hermétique du récipient par sertissage, sous le vide, de la capsule. Quelques sociétés laitières ont adopté ce système de bouchage pour le lait pasteurisé.

Les pompes tiennent une place importante dans les installations laitières, qu'il s'agisse soit de pompes destinées à l'alimentation en eau des diverses canalisations ou des bacs de réfrigération, soit des pompes affectées à la manutention du lait. Les premières n'offrent aucun caractère spécial. Les secondes, au contraire doivent remplir certaines conditions; il importe, en effet, que le lait soit aspiré ou refoulé sans être battu. D'autre part, il est indispensable que la pompe à lait se démonte très facilement pour que toutes ses parties soient chaque jour nettoyées à fond. Il faut enfin éviter les rentrées d'air qui tendent à produire une émulsion du lait, aussi désastreuse que le barattage.

Parmi les divers modèles remplissant ces conditions, quelques-uns, d'apparition récente, pompent le lait par pulsations pneumatiques successives un peu à la façon du compte-gouttes pharmaceutique. A la base se trouvent une valve d'entrée et une de refoulement; un dispositif spécial permet de réaliser l'automaticité du fonctionnement. Dans ces appareils, aucun organe mécanique n'est en contact avec le lait, et le fonctionnement se fait sans à-coups et sans émulsion, une garde de liquide se trouvant conservée au-dessus des valves à chaque pulsation. Selon qu'on les emploie comme pompes aspirantes ou foulantes, ils sont commandés par une petite canalisation de vide ou d'air comprimé.

Nous mentionnerons pour terminer les divers appareils de réglage et de mesure de la température, ainsi que ceux destinés à l'analyse chimique du lait (acidimètre Dornic, appareil pour l'essai de la réductase, etc.).. Ces derniers, de même que les bascules à lait jouent un grand rôle dans l'opération importante du triage des laits de ramassage.

Nous nous sommes efforcés dans cette étude, dans la mesure où nous le permettait la place dont nous disposions, de jeter un coup d'œil d'ensemble sur l'industrie du lait destiné à être consommé en nature, et sur les procédés propres à assurer sa conservation pendant le temps nécessaire.

L. P.

§ 4. — Sciences diverses.

Premiers travaux du Laboratoire Océanographique des Canaries.

L'« Instituto Español de Oceanografia », que dirige le prof. Odón de Buen, a établi un Laboratoire océanographique aux Iles Canaries, à Las Palmas. En attendant la construction d'un édifice spécial déjà projeté, avec des aquariums, laboratoires pour étrangers, etc., l'installation provisoire a été faite dans un immeuble loué au bord de la mer (rue Leon y Castillo, n° 264). Les travaux systématiques ont commencé en février 1930 : une station fixe (St. I), placée dans la baie de Las Palmas à un mille du port, a été visitée 65 fois de février à décembre pour faire des observations sur la température de l'air, la force et la direction du vent, les marées, l'état de la mer, la transparence et la température de l'eau à la surface, à 5 et à 10 mètres de profondeur. On a recueilli dans ces trois niveaux des échantillons d'eau pour la détermination de la salinité (S °/₀₀), la densité (σ_0, $\rho + 17°5$ et σ_t) et l'oxygène dissous. Aussi, on a commencé l'étude de la faune ichthyologique en profitant des collections du « Museo Canario », de Las Palmas.

Les conclusions les plus importantes du modeste travail accompli en 1930, sont les suivantes :

Météorologie. — Températures moyennes mensuelles de l'air en 1930 (Station météorologique du port) : J = 18°; F = 17°,9; M = 18°,7; A = 18°,9; M = 20°; J = 21°,5; J = 22°,8; A = 24°,3; S = 24°,6; O = 24°,8; N = 21°,8 et D = 19°. Températures extrêmes = 11°,7 (16 janvier) et 34°,2 (9 octobre). La température est peu variable; l'air se refroidit, après le maximum d'octobre, trois fois plus vite qu'il s'échauffe (printemps, été); l'été est deux mois en retard en relation avec l'Europe; l'époque la plus froide (février) est normale. Le ciel est presque toujours nuageux (cumulus, cumulonimbus); la pluie a été de 196,9 mm., chiffre supérieur à la normale. Les pressions moyennes mensuelles sont toujours plus élevées que la normale par la proximité des Canaries au centre de hautes pressions de l'Atlantique Nord. Le vent le plus fréquent est le N.-E. (alizé); les vents du N.-E. et

les pluies rafraîchissent l'ambiance et les vents de l'E. et S.-E. élèvent la température.

Océanographie. — On a fait 320 opérations (Op.) diverses. *Températures* de l'eau (St. I) : Surface, maxima et minima : F = 18°,73, 18°,25; M = 19°,65, 18°,50; A = 19°,25, 18°,50; M = 20°,10, 19°,10; J = 21°,05, 19°,50; J = 22°,42, 21°,40; A = 22°,70, 22°,05; S = 24°,25; O = 24°,67, 23°,25; N = 23°,10, 21°,60 et D = 21°,30, 19°,70. Les oscillations sont plus petites à 5 et 10 mètres de profondeur. Pendant le mois de février l'eau est plus chaude que l'air; les températures s'égalisent en mars et avril, et depuis mai jusqu'en octobre l'air est plus chaud que la mer; en novembre et décembre l'air est plus froid que l'eau. L'accroissement de la température de la mer pendant le printemps et l'été est plutôt lent; la diminution automnale est très rapide. *Transparence.* — Essayée avec le Disque Secchi, blanc et rouge, elle est plus considérable quand la mer est tranquille; la couleur rouge disparaît toujours à une profondeur moindre que la blanche. *Densité.* — Sa détermination a été faite par trois méthodes : Balance de Mohr, Réfractomètre à immersion de Zeiss (Tables de Thoulet et Vaurabourg) et Chlorométrie de Knudsen. Le calcul des probabilités a été appliqué aux différences de σ_0 trouvées dans les mêmes échantillons par les trois méthodes. La Balance de Mohr ne doit pas être employée à cause de son manque de précision; elle nous a donné des valeurs excessivement élevées. La chlorométrie et le réfractomètre sont des procédés de précision analogue, mais le second est d'une technique plus simple et rapide, moins onéreuse et exposée à l'erreur personnelle. Les chiffres déduits de la chlorométrie sont légèrement supérieurs à ceux du réfractomètre (différence moyenne = + 0,00010 dans la valeur de σ_0), Pour connaître Cl °/₀₀, S °/₀₀ et σ^0 avec la précésion demandée, en général, dans les laboratoires de Biologie marine on doit partir de la valeur de σ_0 déterminée par le réfractomètre et, puis, utiliser les Tables de Knudsen. Nos résultats sont d'accord avec les investigations des océanographes espagnols Giral, Cerezo, Bardan, Navarro et Gila (voir Navarro, F. de P. y Gila, F.-A. : *Inst. Espanol de Ocean., Notas y Resúmenes, Sér. II, nº 44, Madrid, 1930*). *Salinité.* — Celle-ci a été calculée par la méthode chlorométrique de Knudsen. Les maxima S °/₀₀ = 36°,80 et 36°,80) se présentent en mai et novembre et les minima (36°,36 et 36°,09) en février et juillet; ce régime est presque opposé à celui de la Méditerranée (Palma de Majorque). *Oxygène dissous.* — Sa détermination a été faite par la méthode de Winkler et on a déduit les valeurs de 0_2, $0'_2$ et $\frac{100.0_2}{0_2}$ Surface : maximum 5,55 c.c. par litre d'eau de mer; minimum 4,77 c.c.; à 5 m. : maximum 5,43; minimum 4,45; à 10 m. : maximum 5,51; minimum 4,89. Le refroidissement de l'eau augmente la solubilité de l'oxygène, qui est plus abondant pendant l'hiver; nonobstant la descente continuelle de la température de la mer dans la St. I à partir de la moitié d'octobre, l'augmentation de l'oxygène dissous n'est pas constante, et présente des oscillations périodiques. Dans la plupart des cas l'eau se montre sursaturée d'oxygène.

Biologie. — Aux Elasmobranches connus dans les Canaries par les Auteurs anciens (Viera, naturaliste canarien presque inconnu; Valenciennes; Steindachner; Vinciguerra...) on doit ajouter les espèces suivantes, déterminées par nous dans les collections du « Museo Canario » : *Carcharinus milberti* (Müller et Henle), *Galeocerdo arcticus* (Müller et Henle), *Isurus oxyrhynchus* Rafin., *Carcharias taurus* Rafin., *Etmopterus pusillus* (Lowe), *Scymnorhinus licha* (Bonnaterre), *Pristis pristis* (L.), *Pristis clavata* Garman, *Pristis pectinatus* Latham. *Rhinobatus rhinobatus* (L.). Les espèces connues maintenant sont au nombre de 33.

Luis Bellón,
Directeur de Laboratoire.

QUELQUES EFFETS DE LA LUMIÈRE

La lumière visible n'est, comme on le sait, qu'une très faible portion d'un spectre étendu de radiation, la radiation étant un mode de transfert de l'énergie à travers l'espace. Jusqu'à une époque récente, on la considérait comme se propageant sous forme d'ondes à travers un milieu imaginaire appelé « éther », de la même façon que le son se propage dans l'air. Chaque sorte de radiation était caractérisée par une longueur d'onde définie λ et une fréquence ν, le produit de ces deux quantités donnant la vitesse de propagation de la radiation, cette dernière étant indépendante de la sorte de radiation et égale à 3×10^{10} cm. par seconde. Pour mesurer la longueur d'onde de la radiation, le centimètre est une unité beaucoup trop grande, et pour éviter des nombres fractionnaires, on emploie d'une façon générale le micron, μ, le millimicron, $\mu\mu$, ou l'unité Ångstrom, u. Å., ces derniers ayant les rapports suivants :

$$1 \text{ cm.} = 10^4 \mu = 10^7 \mu\mu = 10^8 u.\text{Å}.$$

Mais on a reconnu que la théorie ondulatoire, simple, de la lumière ne suffisait pas à expliquer tous les faits qui concernent la radiation. On a montré que celle-ci possède plusieurs des propriétés des particules et l'on a vu naître et se développer la théorie des quanta et la nouvelle mécanique des ondes, d'après lesquelles la radiation consiste en petits faisceaux ou particules d'énergie, associés avec des ondes. La dimension de la particule d'énergie, ou *quantum*, est reliée à la fréquence de l'onde par une constante universelle, connue sous le nom de constante de Planck, désignée par h et possédant la valeur : $6{,}57 \times 10^{-27}$ erg/seconde. Ainsi, pour une sorte particulière de radiation, de fréquence ν, un quantum d'énergie est égal à $h\nu$ ergs. Cette quantité d'énergie est en général excessivement faible, et il est préférable de l'exprimer par ce qu'on peut appeler le *quantum moléculaire*, c'est-à-dire la quantité d'énergie, en calories, contenue dans N quanta, où N représente le nombre de molécules dans une molécule-gramme ($6{,}06 \times 10^{23}$).

Les rapports des diverses sortes de radiation peuvent alors s'exprimer comme suit (Tableau I) :

Quand la radiation tombe sur la matière, elle peut être réfléchie, transmise ou absorbée. L'absorption de la radiation par la matière est soit générale, soit sélective, et peut être considérée comme due à une espèce d'effet de résonance de la part des atomes et électrons constituants qui, par l'absorption d'un quantum d'énergie vis-à-vis duquel ils sont sensibles, emmagasinent de l'énergie à un niveau supérieur à la normale. Le résultat de cette absorption diffère suivant les circonstances et les propriétés de la molécule ou de l'atome excité et la grandeur du quantum qui entre en jeu. Quand ce dernier est fort, comme dans le cas des rayons X et de la lumière ultra-violette de courte longueur d'onde, dans la plupart des cas un électron est expulsé de la molécule ou de l'atome excité : c'est ce qu'on appelle l'effet photo-électrique. Quand le quantum est plus faible, la molécule peut soit se scinder en atomes, soit rester pendant un certain temps à un état de haute teneur en énergie. Dans l'un ou l'autre cas, elle peut devenir capable de subir des réactions non présentées par la molécule normale : ces réactions sont appelées photo-chimiques, parce qu'elles sont induites par la lumière. Alternativement, donc, la molécule ou l'atome excité peut revenir à l'état normal par le rayonnement de l'énergie en excès, sous forme soit d'un quantum, soit de plusieurs quanta plus faibles. Suivant la manière dont s'accomplit ce processus, l'effet résultant est soit la phosphorescence, soit la fluorescence, soit l'effet Raman.

TABLEAU I. — **Caractérstiques des diverses radiations.**

Région	Longueur d'onde	Quantum moléculaire				
Rayons X	$< 50\ \mu\mu$	> 568.000 cal.				
Ultra-violet extrême	$50\ \mu\mu - 200\ \mu\mu$	> 142.000 »				4.
» » à ondes courtes	$200\ \mu\mu - 300\ \mu\mu$	> 95.000 »				
» » proche	$300\ \mu\mu - 400\ \mu\mu$	> 71.000 »			1.	
Visible	$400\ \mu\mu - 800\ \mu\mu$	> 35.000 »		2.		
Infra-rouge	$800\ \mu\mu - 1\ \mu$	> 28.400 »	3.			5.
Rayons calorifiques	$1\ \mu - 200\ \mu$	> 142 »				
Ondes électriques	1mm — 1.000 km					

1. Les « chaleurs de réaction « ordinaires se trouvent entre ces limites.
2. La lumière solaire directe se compose de ces longueurs d'onde.
3. Le verre ordinaire transmet ces longueurs d'onde.
4. Ces longueurs d'onde sont nuisibles aux tissus biologiques.
5. Ces longueurs d'onde sont biologiquement favorables.

Dans les processus photo-chimiques, l'une des substances réagissantes est sensible à la lumière, en d'autres termes elle absorbe la lumière, ses molécules étant ainsi « activées ». En général, la grandeur du quantum nécessaire pour l'activation est considérée comme correspondant à la fréquence qui subit un maximum d'absorption. Ainsi le chlore, qui est très actif au point de vue photochimique, est considéré comme activé quand sa molécule absorbe un quantum correspondant à la longueur d'onde 333 μμ, celle-ci étant le centre de la bande d'absorption du chlore. C'est un principe fondamental de la Photo-chimie moderne que l'absorption d'un quantum correspond à l'activation d'une molécule, et d'une seule. On a toutefois constaté expérimentalement que l'efficacité quantique (c'est-à-dire le nombre de molécules qui réagissent par quantum absorbé) est plus grande que l'unité, pour un certain nombre de processus, en particulier exothermiques ; on l'explique par la conception des chaînes de réaction, dans laquelle l'énergie activante originale est transmise à des molécules fraîches. Il est intéressant de noter que l'idée des chaînes de réaction, née en photochimie pure, a été ensuite appliquée à des problèmes de combustion des combustibles volatils et au développement des « antichocs » qui sont des catalystes négatifs ajoutés au combustible pour modérer sa vitesse de combustion en réglant la longueur des chaînes de réaction dans le mélange explosif.

Les processus photochimiques sont loin d'être dépourvus d'importance. Trois d'entre eux se présentent à notre esprit : la photographie, la vision et le processus de l'assimilation du carbone par les plantes.

Du premier, qui joue aujourd'hui un rôle si important dans notre civilisation, je ne dirai rien. Par suite de sa grande valeur commerciale, il a été étudié d'une façon intensive, beaucoup plus que les deux autres, et les résultats obtenus ne sont d'ailleurs pas sans valeur pour l'investigation des deux processus naturels, qui se poursuivent aussi dans des systèmes solides.

En ce qui concerne la vision, je me bornerai à rappeler que toute observation dépend du changement photochimique subi par la rhodopsine, le pigment pourpre de la rétine. Hecht a montré que, quand la rhodopsine est exposée à la lumière, elle se dissocie en deux produits, dont l'un (ou peut-être les deux) déclenche un train de réactions aboutissant à une impulsion lancée à travers le nerf optique jusqu'au cerveau. A l'obscurité les deux produits de la dissociation se combinent lentement et reforment la rhodopsine. La nature relativement lente de cette recombinaison bimoléculaire nous explique en partie la fatigue optique.

*
**

Le processus de la photosynthèse, par lequel les plantes, sous l'influence de la radiation solaire, convertissent l'anhydride carbonique en sucres et en amidons et lui permettent de réagir avec les nitrates pour former les protéines et d'autres substances azotées, est d'une nécessité fondamentale pour le maintien de notre vie, de notre civilisation même. A l'exception des forces hydrauliques, nous lui devons toutes nos sources d'énergie — nos réserves de houille et de pétrole. Et comme « toute chair est de l'herbe », nous dépendons entièrement de la continuation de ce processus pour notre alimentation. L'importance même de la photosynthèse souligne l'intérêt particulier qui s'attache à en élucider le mécanisme, dont l'étude, comme c'est généralement le cas pour les organismes vivants, est rendue difficile par leur inertie et leur résistance aux changements appliqués de l'extérieur.

Les expériences faites sur les plantes vivantes ont montré l'influence de divers facteurs sur le processus, mais on ne peut dire qu'elles aient jeté une très vive lumière sur les réactions fondamentales. L'anhydride carbonique est absorbé par les cellules foliaires en apparence à l'état de bicarbonate ou de composés, aisément dissociables, avec des substances de la nature des amino-acides ou des protéines simples. Il est transporté, sous forme de composés labiles, au siège de l'activité photosynthétique dans les chloroplastes. Là, sous l'influence de la lumière absorbée par la chlorophylle, l'acide carbonique se condense en sucres, amidons, etc. On peut admettre que les premiers produits décelables de la photosynthèse sont des hexoses de formule générale $C^6H^{12}O^6$. Des polysaccharides et des amidons apparaissent aussi, mais plus tard au cours du processus et plutôt, semble-t-il, comme des produits de conservation de nature peu soluble, la plante adoptant cette méthode pour empêcher la pression osmotique à l'intérieur des cellules de s'élever à une valeur trop élevée par suite de l'accumulation de matière photosynthétisée soluble.

Comme les hexoses sont les premiers produits décelables de la photosynthèse, il est clair que les produits intermédiaires n'ont qu'une existence tout à fait transitoire dans les conditions naturelles. On ne peut donc guère s'attendre à ce que des expériences *in vivo* jettent beaucoup de lumière sur les étapes de la réaction que résume l'équation :

$$6CO^2 + 6H^2O + 674.000 \text{ cal.} \longrightarrow C^6H^{12}O^6 + 6O^2.$$

Le terme d'énergie est ici ajouté pour faire res-

sortir la nature fortement endothermique de ce processus; sa valeur approximative est déduite de l'observation des chaleurs de combustion de divers hexoses dans l'oxygène gazeux. Cette énergie représente la quantité minimum qui doit être absorbée par la plante pour la photosynthèse d'une molécule-gramme de sucre. Elle est absorbée à des longueurs d'onde situées dans la région visible du spectre, et il faut noter, à cet égard, que la lumière rouge absorbée par la chlorophylle est la plus active. L'activité photosynthétique maximum se produit avec la lumière de longueurs d'onde 655-685 μμ, la valeur du quantum moléculaire correspondant étant de 42.400 calories. C'est moins d'un sixième de l'absorption nette d'énergie dans le processus considéré ci-dessus, fait qui vient à l'appui de la conclusion, tirée d'autres observations, que le processus qui se passe dans la plante se poursuit à travers plus d'une étape photochimique.

C'est par le moyen d'expériences *in vitro* qu'a été entreprise l'étude des stades de la phototransformation de l'anhydride carbonique en sucres, etc. Cette méthode d'attaque a fourni des résultats très suggestifs, mais il ne faut pas oublier que l'application des résultats des expériences *in vitro* aux processus naturels est sujette à de fortes restrictions.

L'anhydride carbonique lui-même n'absorbe la lumière que dans la courte région ultra-violette d'une longueur d'onde d'environ 200 μμ. On peut supposer que, lorsqu'une molécule de CO^2 absorbe un quantum d'énergie correspondant à cette longueur d'onde ($Nh\nu = 140.000$ cal. environ), elle devient activée. De nombreux efforts ont été déployés pour isoler les produits de réaction ou de décomposition de cette molécule activée, mais ils se sont heurtés à cette difficulté que les produits de réaction sont généralement plus photosensibles à la lumière ultra-violette que l'anhydride carbonique lui-même. Aussi, ils ne se forment qu'en très petites quantités, ce qui a donné lieu à des résultats expérimentaux très divers.

Le premier stade de décomposition de l'acide carbonique activé peut être l'un des deux suivants :

$$H^2CO^3 \longrightarrow H^2CO^2 + O;$$
$$H^2CO^3 \longrightarrow H^2CO + O^2.$$

La seconde alternative est la plus vraisemblable, pour plusieurs raisons, en particulier le fait qu'il se dégage une molécule d'oxygène, et non un atome comme dans la première. M. L. Belchetz, travaillant dans mon laboratoire, a obtenu récemment des résultats qui montrent définitivement qu'il n'apparaît pas d'acide formique dans les solutions illuminées d'acide carbonique. La seconde hypothèse — formation de formaldéhyde comme produit intermédiaire — date de plus de 60 ans, ayant été émise par Bæyer dès 1870.

De nombreux chercheurs ont essayé de démontrer la possibilité de produire de la formaldéhyde par exposition des solutions d'acide carbonique à l'action de la radiation ultra-violette, généralement celle d'une lampe en quartz à vapeur de mercure. Pour déceler la formaldéhyde dans les solutions exposées, on a généralement employé une réaction colorée très délicate, sensible à environ 1 : 87.000.000 et de nature raisonnablement spécifique, mais les résultats obtenus par divers investigateurs ont été très contradictoires. Ma propre prise de contact avec le sujet a débuté par une recherche entreprise au laboratoire du Professeur Baly, à Liverpool. Les résultats positifs que j'obtins alors furent plus tard mis en question par Porter et Ramsperger, qui démontrèrent que, lorsque le degré, déjà élevé, de pureté des substances employées est augmenté, le rendement en formaldéhyde diminue. Cette critique conduisit Baly à modifier son hypothèse et à suggérer que, dans les solutions d'acide carbonique exposées à la lumière ultra-violette, un état photostationnaire s'établit, conformément au schéma :

$$6H^2CO^3 \rightleftharpoons C^6H^{12}O^6 + 6O^2,$$

la quantité d'hydrate de carbone présente dans l'équilibre étant très faible. En présence d'impuretés oxydables, la réaction procède de la gauche vers la droite avec formation d'hydrate de carbone. La formaldéhyde trouvée serait due à la photolyse de ce dernier. Baly trouva aussi que, lorsqu'une poudre insoluble, capable d'adsorber l'acide carbonique, est suspendue dans une solution saturée de ce dernier, et l'ensemble exposé à la lumière ultra-violette, des composés organiques complexes sont photo-synthétisés.

L'hypothèse de l'importance des effets de surface dans ce cas est sans aucun doute de la plus grande valeur, car le processus naturel est essentiellement une réaction superficielle. Depuis lors, j'ai repris sous cet angle l'étude de l'ensemble de la question, et il m'apparaît, d'après tous les résultats obtenus, qu'aucune modification notable de l'hypothèse originale n'est nécessaire. Par l'emploi d'une méthode physique impliquant des mesures électrométriques sensibles, on a pu déceler des modifications beaucoup plus légères que celles qui peuvent être mises en lumière par la réaction colorée de Schryver pour la formaldéhyde. L'acide carbonique en solution aqueuse homogène est modifié par exposition à la lumière ultra-violette de courte longueur d'onde, et cette modi-

fication est réversible en ce sens que, dès que la lumière est interceptée, il se produit une réversion de quelques-uns des produits. Malheureusement, la méthode n'indique pas en quels produits l'acide carbonique est transformé, mais il est probable que l'un d'eux est identique à la substance qui se forme dans les solutions de formaldéhyde irradiées par la lumière ultra-violette de plus grande longueur d'onde (290 μμ) et que l'on peut appeler « formaldéhyde activée ».

On a étudié les réactions de la formaldéhyde activée préparée par exposition des solutions de formaldéhyde à la lumière ultra-violette ; sous plusieurs rapports, elles présentent de grandes analogies avec celles qui se passent naturellement. Ces solutions, après exposition, consistent en mélanges complexes d'hydrates de carbone, d'hydroxy-acides et de leurs lactides, d'où l'isolement de produits purs n'est pas aisé.

La manière dont réagit la formaldéhyde activée dépend évidemment :

1° de la concentration des molécules de formaldéhyde activée et, par conséquent, de l'intensité lumineuse, pour autant qu'elle affecte celle-ci ; donc, de l'effet des surfaces qui augmente la concentration effective dans la région de la réaction ;

2° de la nature des autres molécules présentes qui sont capables d'entrer en réaction avec la formaldéhyde activée ;

3° de l'effet spécifique des surfaces en orientant les molécules adsorbées.

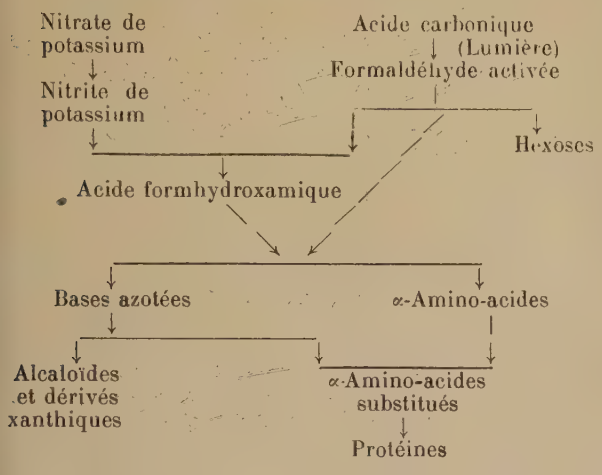
Si la concentration des molécules de formaldéhyde activée est très faible, comme c'est probablement le cas dans une solution irradiée et parfaitement claire d'acide carbonique, la chance de rencontres moléculaires conduisant à une polymérisation est négligeable. C'est pour cette raison que l'hypothèse modifiée de Baly est très improbable. D'autre part, sur une surface capable d'adsorber l'acide carbonique extensivement, la concentration effective dans la région de réaction peut être considérable, de sorte qu'il y a beaucoup plus de chances en faveur de la polymérisation. Baly prétend aujourd'hui avoir obtenu des substances organiques complexes dans de telles conditions. Ses résultats doivent être susceptibles d'extension : ainsi il doit être possible de relier la complexité des produits résultants avec les capacités d'adsorption de la surface pour l'acide carbonique et les produits. Des expériences avec des solutions de formaldéhyde de diverses teneurs ont montré définitivement l'effet de la concentration de la formaldéhyde activée sur la nature des produits formés. Dans les solutions très faibles de formaldéhyde exposées à la lumière ultra-violette, on n'a trouvé aucune trace de composés contenant plus d'un atome de carbone par molécule. D'autre part, travaillant avec des solutions plus concentrées dans le laboratoire de Baly, j'ai pu dès 1923 montrer définitivement la formation d'hexoses, résultat confirmé plus tard par Irvine et Francis. Les résultats d'expériences précises sur les produits formés aux dépens d'acide carbonique adsorbé sur diverses surfaces seraient pleins d'intérêt, car ils confirmeraient peut-être une explication très plausible, basée sur les effets d'adsorption, de la diversité extraordinaire des résultats obtenus dans ce domaine par les précédents expérimentateurs.

***

Baly et ses collaborateurs ont également étudié les réactions de la formaldéhyde activée avec des composés azotés inorganiques simples. Par les racines, les plantes assimilent l'azote sous forme soit de sels d'ammonium, soit de nitrates. L'azote est amené aux feuilles par le xylème à l'état de nitrate ou de nitrite, et il est converti dans la feuille en amino-acides, protéines, alcaloïdes, etc. Les travaux récents de Mason et Maskell sur la migration des substances azotées dans les plantes ont bien mis en évidence cette fonction de la feuille comme usine azotée, aussi bien qu'hydrocarbonée, de la plante. Les protéines sont synthétisées pendant le jour et tendent à s'accumuler dans les feuilles. La nuit, la protéine foliaire est décomposée et transportée ailleurs, probablement sous forme d'asparagine. Des analyses minutieuses par régions montrent que la teneur en substances azotées organiques non protéiques (par exemple amino-acides, etc.) est maximum dans les feuilles et s'abaisse progressivement à travers les nervures principales et le pétiole jusqu'à l'écorce. Par contre, le gradient d'azote sous forme de nitrate est en direction inverse : on en trouve très peu dans les feuilles éclairées. Ces résultats montrent avec évidence que les nitrates sont condensés dans les feuilles en protéines complexes, etc.

Il semble que le premier stade de la transformation soit la formation de nitrite par réduction du nitrate, car Schimper a montré en 1888 que les nitrites, toujours présents dans la feuille vivante à l'obscurité, disparaissent aussitôt que la feuille chlorophyllifère est éclairée. Cette réduction est évidemment une réaction enzymatique, car on l'a observée même dans les racines. Baly, Heilbron et Hudson ont étudié *in vitro* la réaction entre la formaldéhyde activée et le nitrite de potassium et ont obtenu des preuves évidentes de la formation d'acide formhydroxamique comme pro-

duit primaire de la réaction. Celui-ci peut à son tour réagir avec d'autres molécules de formaldéhyde activée pour produire une grande variété de substances azotées complexes telles que celles qu'on trouve dans la plante vivante. Ces savants ont donné le schéma suivant des lignes principales suivant lesquelles ils considèrent que procède la photosynthèse :



En outre, il apparaît, d'après les résultats des expériences *in vitro*, que les réactions de la formaldéhyde activée avec les nitrites et de l'acide formhydroxamique ainsi produit avec une nouvelle quantité de formaldéhyde activée prennent le pas sur la réaction de polymérisation de cette dernière qui fournit les hydrates de carbone. Cette dernière conclusion est d'une importance considérable, car on peut la considérer comme indiquant que la fourniture de nitrate est le facteur qui limite la synthèse des protéines par la plante. Comme on sait qu'il est nécessaire, chez les plantes en état de croissance, de maintenir entre certaines limites le rapport carbone : azote afin d'assurer un équilibre convenable entre l'activité végétative et une bonne reproduction, l'intérêt pratique de ces résultats est évident. Considérons brièvement cet aspect de la question.

On connaît depuis longtemps l'importance, pour les cultures, de l'apport d'une quantité suffisante d'engrais azoté. C'est particulièrement nécessaire dans l'Afrique du Sud, avec son climat quelque peu aride et ses sols contenant relativement peu de matière organique et généralement déficitaires en azote. Malgré l'accent qui a été mis à plusieurs reprises sur cette affirmation, on n'apprécie pas encore assez sa véritable valeur économique, et il est résulté de cette négligence une diminution de productivité du sol. Cette conclusion résulte avec évidence de l'examen de la production moyenne du blé en sacs par morgen pendant les années 1925 à 1928 :

Année	Moyenne du district de Caledon	Moyenne pour l'Union sud-africaine
—	—	—
1925	9,89	5,91
1926	7,33	5,88
1927	8,1	5,8
1928	6,4	4,7

Ces chiffres se rapportent au blé seulement. Mais si l'on se réfère aux Rapports officiels sur la production agricole pendant ces années, on ne peut qu'être frappé de l'unanimité générale des appréciations sur la production des diverses céréales, se traduisant par « une diminution du rendement par morgen ». On en conclut que le sol s'appauvrit en constituants nécessaires à la production optimum et au développement du grain. Dans les sols sud-africains, le phosphore et l'azote sont généralement déficitaires, et malgré l'augmentation de l'emploi des engrais, un calcul grossier montre que le drainage du sol, représenté par l'azote et le phosphore enlevés par les seules cultures de céréales, est plusieurs fois supérieur à la quantité apportée sous forme d'engrais. Il y a donc encore une marge considérable pour la consommation des engrais azotés et phosphatés dans l'Afrique du Sud.

Une autre application intéressante des résultats des expériences *in vitro* réside dans la possibilité qu'ils suggèrent de diagnostiquer le déficit d'azote dans les plantes en période de croissance. Jusqu'à présent, on estimait ce déficit d'après le résultat de l'analyse du sol. Il paraît raisonnable d'espérer qu'un essai colorimétrique de la présence de nitrate ou de nitrite dans les feuilles indiquera en tout temps l'état de la balance de l'azote dans la plante.

*
**

Revenons maintenant à l'examen des résultats, encore très incomplets, obtenus par l'étude de l'action de la lumière sur l'acide carbonique et la formaldéhyde. Leur application aux processus naturels se heurtait, jusqu'à une époque récente, à une grosse objection : la difficulté de concilier les absorptions d'énergie, différentes dans les deux cas. D'une part, il faut au moins 112.000 calories pour transformer une molécule-gramme d'acide carbonique. Cette quantité est dépassée quand l'acide carbonique est activé par la lumière ultraviolette. Or nous savons que le quantum moléculaire correspondant à la longueur d'onde la plus efficace pour stimuler le processus naturel ne peut dépasser 42.000 calories. Mais cette difficulté a disparu en grande partie à mesure que s'est développée notre connaissance des phénomènes superficiels. Ainsi, on a appris, par l'étude du mécanisme des réactions entre les gaz, que les cata-

lysateurs dits de contact sont capables de faciliter une réaction en diminuant l'énergie d'activation. Une molécule adsorbée sur une surface peut, par suite de l'influence particulière des forces superficielles, être préparée en vue de sa décomposition d'une façon telle qu'il faut moins d'énergie pour l'amener à l'état réagissant. Quelques-unes des expériences récentes de Baly sur l'acide carbonique adsorbé à la surface des poudres colorées semblent confirmer cette hypothèse. Il a annoncé que, dans des solutions d'acide carbonique contenant en suspension un carbonate de cobalt ou de nickel, et exposées à la lumière visible (c'est-à-dire de la lumière correspondant à un quantum plus petit que celui qui est nécessaire pour l'activation de l'acide carbonique libre), il se forme des substances complexes de la nature des hydrates de carbone. Il suppose que les poudres colorées agissent, à la façon de la chlorophylle, en absorbant l'énergie qui permettra l'activation de l'acide carbonique adsorbé à leur surface. On peut attendre avec intérêt l'extension de ces résultats, qui projetteront sans doute une lumière nouvelle sur le processus qui se passe dans le chloroplaste.

***

Les travaux récents sur la nature des enzymes et leur mode d'action présentent également un grand intérêt sous ce rapport. Ces substances peuvent être définies comme des catalysateurs organiques d'une haute spécificité. Elles agissent, avec l'aide d'autres substances qui les accompagnent, en induisant des types très divers de réactions biologiques. Les plus connues sont les oxydases, qui provoquent l'oxydation de divers composés chez les plantes et les animaux, puis les enzymes protéolytiques et lipasiques, responsables respectivement de la scission des protéines et des graisses dans les processus digestifs. On a établi une technique permettant d'extraire de sources biologiques convenables des préparations enzymatiques homogènes d'un degré d'activité élevé. Des travaux effectués avec celles-ci, il appert que la « molécule » d'enzyme est constituée par un « porteur » colloïdal et un groupe chimiquement actif pur. La spécificité de l'enzyme réside dans ce groupe chimiquement actif, qui semble pouvoir être transféré d'un porteur colloïdal à un autre. L'enzyme est souvent accompagnée de substances agissant comme « activateurs » ou comme « inhibiteurs ». La substance affectée, ou substratum, est attaquée par un groupement particulier, lequel paraît propre à être décomposé lorsqu'il est attaché au complexe enzymatique d'une façon spéciale.

La chlorophylle, bien qu'elle ne puisse être classée parmi les enzymes, est néanmoins un catalysateur organique qui est adsorbé, dans le chloroplaste, par un porteur colloïdal sur lequel on connaît très peu de chose. Il est fort possible que le substratum vis-à-vis duquel elle est active, c'est-à-dire l'acide carbonique, soit apte à être décomposé lorsqu'il est adsorbé d'une façon particulière. Cette décomposition peut se produire lorsque le complexe d'adsorption (porteur + chlorophylle + acide carbonique) est activé par l'absorption d'un quantum d'énergie. La formaldéhyde activée, dont on peut supposer la formation à la surface, peut soit quitter la surface après condensation en hexoses, soit réagir avec un nitrite pour former des amino-acides et des protéines. Il est possible que la transformation primaire de l'acide carbonique en sucres, etc... se produise avec l'absorption normalement insuffisante d'énergie, par suite du fait que dans le processus primaire l'oxygène ne serait pas libéré sous cette forme. Il pourrait rester en combinaison labile avec le porteur ou la substance qui l'accompagne, pour être dissocié ensuite par une nouvelle activation, photochimique ou enzymatique. Sous ce rapport, on peut faire plusieurs hypothèses quant au fonctionnement possible des pigments du chloroplaste dans le mécanisme assimilatoire. Ces derniers sont, comme on le sait, au nombre de quatre : les deux chlorophylles vertes et les pigments jaunes carotine et xanthophylle.

La chlorophylle *a* :

$$(MgN^4C^{32}H^{30}O)\begin{matrix}CO^2.CH^3\\CO^2.C^{20}H^{39}\end{matrix}$$

est un pigment vert bleuâtre, présent dans les feuilles d'une façon prépondérante. La tête de sa principale bande d'absorption se trouve à la longueur d'onde 662 μμ.

La chlorophylle *b* :

$$(MgN^4C^{32}H^{28}O^2)\begin{matrix}CO^2.CH^3\\CO^2.C^{20}H^{39}\end{matrix}$$

est un pigment vert-jaunâtre, constituant environ le quart de la teneur totale des feuilles vertes en chlorophylle. La tête de sa principale bande d'absorption est à la longueur d'onde 643 μμ.

La carotine, $C^{40}H^{56}$, est un pigment jaune, qu'on trouve aussi dans les carottes, d'où on l'isole le plus facilement. Sa constitution n'a pas encore été complètement élucidée, mais elle paraît posséder onze doubles liaisons, dont huit conjuguées.

La xanthophylle, $C^{40}H^{56}O^2$, est un pigment jaune, analogue sous beaucoup de rapports à la carotine, avec laquelle il a probablement des relations de structure. Il semble se former aux dépens de la carotine par oxydation très soigneusement réglée en solution chloroformique, comme

G. H. Stead et moi nous l'avons montré en 1923 au laboratoire de Baly.

Willstætter a reconnu que les chlorophylles à l'état colloïdal forment avec l'acide carbonique des complexes susceptibles de se dissocier. Il résulte également de ses expériences que la chlorophylle *a* a une plus grande affinité pour l'acide carbonique que la chlorophylle *b*. Cette constatation, jointe au fait que l'assimilation procède de la façon la plus active sous l'influence des longueurs d'onde allant de 655 à 685 $\mu\mu$, intervalle qui correspond à l'absorption de la chlorophylle *a*, vient à l'appui de l'hypothèse d'abord suggérée par la différence de formules entre les deux chlorophylles : c'est que la chlorophylle *a* peut agir elle-même comme un accepteur des atomes d'oxygène dégagés dans la décomposition de l'acide carbonique, suivant le schéma :

$$\underset{\text{Chlorophylle } a}{C^{55}H^{72}O^5N^4Mg} + H^2CO^3 \longrightarrow \underset{\text{complexe}}{C^{55}H^{73}O^5N^4Mg - O - C\overset{O}{\underset{OH}{<}}}$$

Chlorophylle *a* — Chlorophylle *a* — acide carbonique

$$\downarrow \text{Absorption d'énergie}$$

$$\underset{\text{Chlorophylle } b}{C^{55}H^{70}O^6N^4Mg} + H^2O + \underset{\text{Formaldéhyde activée}}{H^2CO^*}$$

S'il en est bien ainsi, il doit exister un mécanisme compensateur permettant la reconversion de la chlorophylle *b* en chlorophylle *a*. Si l'on considère la façon dont les proportions des quatre pigments de la feuille varient, quand les conditions de l'assimilation changent, on arrive à la conclusion que les pigments jaunes prennent part à ce mécanisme. Dans les feuilles vertes assimilant dans les conditions normales, le rapport du total des chlorophylles au total des pigments jaunes est approximativement de 3 à 1. Ce rapport ne varie pas d'une façon appréciable quand l'assimilation a procédé dans des conditions anormales de durée ou d'intensité. Le rapport de la chlorophylle *a* à la chlorophylle *b* demeure aussi à peu près constant pendant l'assimilation. Par contre, le rapport de la carotine à la xanthophylle commence à se modifier dès que l'assimilation débute et il s'abaisse graduellement jusqu'à une valeur constante, déterminée par les conditions du moment. Il est difficile d'échapper à la conclusion que la carotine se transforme en xanthophylle à mesure que l'assimilation se poursuit; la possibilité de ce processus a d'ailleurs été démontrée spectrographiquement.

La différence de teneur en oxygène entre la carotine et la xanthophylle suggère l'idée que la première est un accepteur d'oxygène. Elle peut agir directement comme telle, ou maintenir l'équilibre entre les deux chlorophylles d'après le schéma :

$$\underset{\text{Chlorophylle } b}{C^{55}H^{70}O^6N^4Mg} + H^2O + \underset{\text{Carotine}}{C^{40}H^{56}} \xrightarrow[\text{photochimiquement}]{\text{peut-être}}$$

$$\longrightarrow \underset{\text{Chlorophylle } a}{C^{55}H^{72}O^5N^4Mg} + \underset{\text{Xanthophylle}}{C^{40}H^{56}O^2}$$

La possibilité d'une telle réaction serait fortement accrue si l'on pouvait réduire la xanthophylle en carotine, phase qui évidemment doit constituer le complément du cycle précédent. Actuellement, tous les essais tentés *in vitro* dans ce sens par l'emploi des agents réducteurs sont restés infructueux, la réduction ayant lieu de préférence aux liaisons carbone-carbone non saturées. Mais il est possible que la réduction soit effectuée par une enzyme à haute spécificité.

Je ne me dissimule pas la nature très spéculative de ces suggestions, qui pourra soulever les critiques de ceux qui n'aiment pas chercher les « explications » de phénomènes incomplètement compris dans des suppositions hypothétiques. Il me semble, pourtant, que pour stimuler l'intérêt dans un problème aussi complexe, une hypothèse de travail est nécessaire. La valeur d'une hypothèse dépend, d'une part, de la mentalité du chercheur, dont le devoir est de mesurer clairement ses limites, d'autre part de sa faculté de suggérer et de coordonner de nouvelles observations. L'hypothèse particulière dont il s'agit ici suggère l'étude de l'action sur les pigments foliaires de préparations homogènes d'enzymes végétales isolées d'extraits de plantes par adsorption fractionnée, et elle indique la nécessité de nouvelles recherches sur la variation des rapports des pigments pendant l'assimilation.

*
**

Le pigment jaune des feuilles offre aujourd'hui de l'intérêt dans un autre domaine, celui de la nutrition. On sait que le fonctionnement normal du métabolisme nécessite, en plus des moyens diététiques fondamentaux ordinaires, de petites quantités de certaines substances connues sous le nom de vitamines. Leur absence dans le régime provoque l'apparition de maladies de carence de diverses natures. Des expériences d'alimentation habilement conçues ont permis de déceler l'existence de cinq vitamines au moins :

La vitamine A est une substance soluble dans les graisses qui agit comme un catalysateur provoquant la croissance. Le défaut de cette vitamine cause une maladie spéciale de l'œil connue sous le nom de xérophtalmie.

La vitamine B est constituée par un groupe de substances solubles dans l'eau contenues dans les extraits de levures, les déchets de polissage du riz, etc. Elles sont nécessaires pour prévenir des

maladies telles que la pellagre et le béri-béri chez l'homme.

La vitamine C est la vitamine antiscorbutique présente dans les jus de fruits.

La vitamine D est une vitamine antirachitique, exerçant une action curative dans le rachitisme et les autres maladies provenant d'un métabolisme défectueux du calcium.

On connaît encore peu de choses sur la vitamine E, en dehors du fait qu'elle agit sur la fertilité ; c'est la vitamine d'antistérilité.

On s'est beaucoup occupé récemment de l'identité possible de la vitamine A avec la carotine. L'addition de petites quantités de carotine au régime fondamental des rats produit une augmentation de croissance comparable à celle que provoque la vitamine A. Les préparations les plus pures de carotine sont également les préparations les plus actives de vitamine A obtenues jusqu'à présent. D'autre part, la vitamine A donne avec la solution de chlorure d'antimoine une réaction colorée que fournissent également la carotine et les pigments similaires. L'état actuel des recherches semble ainsi indiquer que la carotine et les substances voisines, si elles ne provoquent pas elles-mêmes les effets attribués aujourd'hui à la vitamine, sont tout au moins capables de donner naissance à celle-ci dans le corps. Si des recherches nouvelles établissent d'une façon certaine l'activité physiologique de la carotine dans le métabolisme des animaux, il deviendra encore plus probable qu'elle est aussi physiologiquement active dans le chloroplaste, car les vitamines, à cause de leur influence en quantité très minime, doivent être des catalysateurs extrêmement efficaces. Leur action, sous ce rapport, peut être due à une facilité particulière de prendre part à des processus cycliques, probablement d'oxydation-réduction. La fonction de la carotine dans le mécanisme qui a été décrit est d'un caractère analogue.

Une autre vitamine d'un grand intérêt lorsqu'on considère les effets biologiques de la lumière est la vitamine antirachitique D. Les résultats des expériences d'alimentation ont montré très clairement que cette vitamine peut être produite par l'action de la lumière sur quelque substance commune à la plupart des aliments naturels. Cette substance, prise d'abord pour le cholestérol, est en réalité l'ergostérol, un stérol dérivé de l'ergot de seigle et de la levure qui accompagne le cholestérol en faibles quantités dans un certain nombre d'aliments. Les recherches spectrographiques ont montré que l'exposition à la lumière ultra-violette provoque les modifications suivantes dans l'ergostérol ou les substances qui en renferment :

$$\text{Ergostérol} \xrightarrow[260 - 300\,\mu\mu]{\text{Lumière ultra-violette}} \text{Vitamine D}$$

$$\xrightarrow[< 260\,\mu\mu]{\text{Lumière ultra-violette}} \text{Substance inactive.}$$

Sans aucun doute, les effets curatifs et toniques de la lumière solaire sont dus à la production de vitamine D *in vivo*. S'il en est bien ainsi, il faut s'attendre à ce que les maladies dues à un métabolisme défectueux du calcium soient peu fréquentes dans les climats ensoleillés. L'enquête que j'ai poursuivie auprès des médecins de l'Afrique du Sud indique que ces maladies y sont singulièrement rares. Par contre elles sont fréquentes dans les taudis pendant les mois d'hiver dans les contrées où l'ensoleillement est faible. On peut en obtenir la guérison en exposant le corps soit à la lumière solaire, soit pendant de brèves périodes à la lumière ultra-violette.

La présence des vitamines n'est nécessaire qu'en très minimes quantités. On a déterminé par deux méthodes séparées la dose minimum de vitamine D décelable physiologiquement. Pour une période d'essai de 10 jours, cette dose minimum est de 2×10^{-8} gr., quantité dont le caractère infime donne une idée des propriétés catalytiques puissantes de cette vitamine. On a reconnu depuis lors que des doses excessives d'ergostérol irradié ou d'autres préparations riches en vitamine D peuvent donner naissance à des effets physiologiques extrêmement nuisibles. L'apport anormalement élevé du catalysateur produit une activité anormale du dépôt du calcium dans le corps, particulièrement dans les systèmes musculaire et vasculaire. Cet état, connu sous le nom d'hypervitaminose, n'a guère de chance de se produire dans les conditions ordinaires d'alimentation bien équilibrée ; mais il est possible qu'il se produise à la suite d'une exposition excessive et prolongée du corps à la lumière directe du soleil. C'est un facteur qui peut contribuer à l'affaiblissement de la race blanche dans les contrées tropicales.

*
**

Les effets bienfaisants de la lumière ultra-violette sur les organismes vivants ne sont nullement limités à l'être humain. Elle exerce également une action très profonde sur la nutrition des animaux, ainsi qu'il ressort des recherches effectuées en Ecosse et ailleurs, lesquelles ont montré que la radiation ultra-violette influe sur l'emmagasinage du calcium et du phosphore chez les animaux en état de croissance et de lactation. Cet effet est particulièrement évident chez les porcelets dont la croissance rapide est sous la dépen-

dance étroite du métabolisme du calcium et du phosphore. On a reconnu aussi que la lumière ultra-violette a une action puissante sur le métabolisme de la volaille pendant la saison de ponte; elle produit une augmentation du nombre d'œufs pondus et éclos, et du pourcentage du calcium dans l'œuf et la coquille. L'importance de la lumière solaire comme facteur contribuant à la nutrition ne doit donc pas être méconnue. La lumière est particulièrement favorable au bon développement des animaux de ferme, qui transforment les produits primaires de la photosynthèse en produits alimentaires secondaires de plus grande valeur.

*
**

Un autre effet de la lumière ultra-violette, auquel nous devons probablement plus que nous ne l'imaginons, réside dans son action bactéricide. On a déterminé les longueurs d'onde qui agissent sur les divers micro-organismes en inoculant avec chaque espèce des plaques de gélatine et en les exposant à un spectre riche en rayons ultra-violets. On a trouvé que l'action bactéricide est confinée à la région des courtes longueurs d'onde de 300 μμ. Ainsi la lumière solaire directe, qui contient ces rayons, exerce un effet bactéricide, mais les rayons actifs sont interceptés par passage à travers le verre.

Comme on le voit, la Chimie et la Physique prennent une part toujours plus grande à l'étude des problèmes biologiques. La Photochimie, branche de la Chimie physique dont le développement quantitatif s'étend sur un peu plus d'une décade, a fourni à la théorie chimique des contributions considérables et fondamentales. J'ai essayé d'indiquer quelques-uns des points par lesquels elle touche à des problèmes biologiques complexes dont l'intérêt et l'importance sont indubitables[1].

W. F. Barker,
Professeur de Chimie
à Rhodes University College,
Grahamstown (Afrique du Sud).

1. Adresse présidentielle à la Section B du Congrès de l'Association sud-africaine pour l'avancement des sciences, tenu à Caledon en 1930. (Traduit de l'anglais par L. Brunet.)

REMARQUES BIOLOGIQUES SUR LE SAHARA

Si les problèmes à résoudre sont nombreux, les résultats obtenus sont encore bien peu de chose : l'étude scientifique du Sahara est, il faut l'avouer, à peine ébauchée et des territoires immenses, démesurés, demeurent d'ailleurs vierges encore même pour l'exploration purement topographique, comme certaine zone du Sahara occidental où l'on pourrait parcourir en ligne droite environ 750 kilomètres sans croiser une seule fois un seul itinéraire européen. D'ailleurs, ce que l'on connaît d'une région dite « connue » c'est seulement un réseau de pistes, reliant entre eux les points d'eau suivant des itinéraires immuables et hors desquelles nul ne s'aventure : des digues étroites au milieu d'infranchissables marais ne seraient pas des lignes de passage plus obligatoires que les sentiers chameliers qui, entre les mailles d'un lacis géant, enferment des compartiments inviolés — et parfois peut-être inviolables — pouvant atteindre, comme le reg In-Degouber-Ouallen, par exemple, plusieurs centaines de kilomètres de large.

Si l'on songe de plus à l'absence totale d'habitants dans plusieurs districts sahariens et à leur extrême rareté partout ailleurs, enfin au fait que de vastes provinces sont restées fermées à la pénétration européenne, on comprendra que la somme de nos connaissances scientifiques précises sur le Sahara soit encore très restreinte.

Le premier problème à envisager est celui des limites actuelles du désert. Le Sahara est un désert d'origine purement climatique : son aridité a pour cause la disproportion entre la quantité d'eau qui lui tombe du ciel et celle qu'il perd par évaporation. On peut le définir, en modifiant légèrement une phrase d'E.-F. Gautier « une région sans pluies régulières où il peut s'écouler, entre deux averses et en un point donné, un espace de temps plus ou moins supérieur à une année ou même un nombre plus ou moins considérable d'années. » Dans l'ensemble il y tombe sans doute moins de 100 mm. de pluie et le tracé de l'isohyète de 200 mm., là où il est connu, coïncide sensiblement avec la limite du désert, tel qu'il est caractérisé par sa faune et sa végétation.

En l'absence de précisions météorologiques on peut, indirectement, s'adresser aux espèces végétales et, dans une certaine mesure, animales, pour tenter de déterminer les limites du domaine saharien.

Premier point : comment se termine ce domaine et à quelles formations passent les associa-

tions végétales proprement sahariennes? Il existe, aux deux bords du Sahara, une large bande steppique qui fait la transition du désert au pays boisé, et qui est d'autant plus importante à étudier qu'on y trouve, entre ce qui est manifestement encore le désert et ce qui ne l'est manifestement déjà plus, une série de zones dont l'attribution, soit au Sahara proprement dit, soit aux régions biologiques limitrophes repose dans une large mesure sur une appréciation toute subjective.

Avant de suivre très rapidement, du Nord au Sud, la succession des principales zones de végétation il faut signaler une notion sur laquelle on n'a peut-être pas assez insisté jusqu'ici, et qui, à côté de l'inventaire floristique, a son importance : c'est la division du domaine saharien — *sensu latissimo* — en territoires caractérisés non plus d'après la seule composition des flores mais d'après le mode de répartition des végétaux, mode *diffus* et mode *contracté*.

Dans les régions à flore contractée, c'est-à-dire tout le Sahara central à l'exception des parties hautes de l'Ahaggar, la vie végétale est exclusivement et rigoureusement cantonnée dans les oueds qui la canalisent et lui imposent un tracé extrêmement strict. La végétation occupe là les lignes d'un réseau aux mailles démesurées et parfaitement stériles, entourées du grêle ruban des oueds. Comme on l'a fort bien dit « le lit des oueds, et ses bas-fonds étendus, dessinent à la surface du pays un lacis de verdure et comme un réseau de circulation et de vie » (E.-F. Gautier).

Si, de ce Sahara central à végétation contractée on va suffisamment loin vers le sud à la rencontre des pluies saisonnières de l'hivernage, si l'on marche assez vers le nord pour atteindre les pays crétacico-tertiaires, si l'on pousse assez vers l'ouest pour toucher au rivage atlantique, ou si l'on s'élève assez haut sur les pentes de l'Ahaggar, on verra alors, peu à peu, la végétation s'évader de la prison des oueds et s'étaler sur des surfaces de plus en plus vastes : de contractée elle est devenue diffuse.

Conrad Kilian a admirablement souligné le contraste qui existe entre la flore diffuse du Sahara arabe d'une part dont la non limitation aux oueds est liée pour lui à des causes géologiques et morphologiques diverses qui étalent l'humidité et n'en concentrent qu'une faible part dans les oueds, et d'autre part la flore contractée du Sahara central strictement limitée aux thalwegs qui drainent des surfaces parfaitement stériles mais sont eux-mêmes relativement humides et permettent la croissance d'une flore moins désertique que celle du Sahara arabe.

D'où ce paradoxe apparent : d'un côté, de l'humidité partout, mais très peu à la fois : *flore diffuse à caractère désertique accusé;* de l'autre, une humidité étroitement localisée et canalisée dans les gouttières que constituent les oueds, tractus filiformes relativement humides mais séparés par des espaces immenses qui ne le sont pas du tout : *flore contractée à caractère moins désertique.*

L'influence des précipitations (pluie ou rosée) sur le caractère diffus ou contracté de la flore saharienne me semble évidente puisque, pour un substratum identique, on voit la flore, devenir, de contractée, diffuse avec l'altitude ou la proximité des influences maritimes.

Revenons, après ces observations préliminaires, au pied du versant méridional de l'Atlas saharien, sur le méridien de Laghouat par exemple. En marchant au sud nous traverserons d'abord la zone des dayas, faciès local de la lisière saharienne, caractérisé par l'association bien connue du *betoum* (*Pistacia atlantica* Desf.) avec un *Zizyphus*. Puis commence, pour ne se terminer, sur notre itinéraire nord-sud, qu'entre El Goléa et Hassi Chebbaba, sur le plateau du Tadmaït, la zone à Salsolacées du Sahara crétacico-tertiaire, zone immense qui coïncide à peu près avec les limites ethnographiques actuelles du Sahara arabe. Au delà débute la flore contractée du Sahara touareg, qui est dès lors, floristiquement parlant, un Sahara soudanais. Cette limite est d'une extrême importance biogéographique, puisqu'elle marque, pour les végétaux, la ligne de contact d'une flore purement paléarctique (il y a des *Populus euphratica* Oliv. au bord du Tadmaït) et d'une flore fortement mêlée d'éléments éthiopiens, tropicaux. Parmi ces derniers, et dans la région centrale que nous envisageons, on voit l'*Acacia seyal* Del. et le *Balanites ægyptiaca* Del. atteindre 28° de latitude nord, les *Leptadenia*, *Mærua crassifolia* Forsk., *Calotropis procera* Ait. environ 27°. C'est donc aux environs de 28°, sur le Tadmaït, que doit se placer cette limite. Du Tadmaït au Soudan, c'est le Sahara touareg, à flore contractée et à affinités tropicales : c'est, d'un mot, le Sahara à *Acacia* et à *Panicum turgidum* Forsk.

Dans ce royaume des Acacias, il existe, avec l'Ahaggar, un îlot montagneux sur les flancs duquel, on a pu distinguer plusieurs zones méditerranéennes où l'on rencontre, par exemple, un olivier sauvage (*Olea Laperrinei* Batt. Trab.), un myrte (*Myrtus Nivellei* Batt. Trab.), le *Pistacia atlantica* Desf., une clématite, etc. De même, l'influence maritime, sur la côte atlantique, semble déterminer une différenciation floristique assez accusée pour pouvoir constituer une province botanique spéciale, province qu'on ne fait d'ailleurs encore

qu'entrevoir, tant notre connaissance de cette flore est encore insuffisante.

Parvenons maintenant à la limite sud du désert : déjà, vers 21°5, apparaîtront, sporadiques encore, les premières touffes de *Cenchrus*, l'odieux « cram-cram ». L'aspect du pays demeure totalement saharien : puis, tout à coup, voici un oued à végétation méridionale où apparaissent, avec un arbre nouveau, le *Boscia senegalensis* Lam., plusieurs arbustes spéciaux et toute une série d'espèces herbacées particulières. Nous sommes au bord septentrional du massif de l'Adras des Iforas, qui propage les influences soudanaises particulièrement loin vers le nord. A l'ouest du massif c'est vers 19°30 que l'on voit la végétation envahir peu à peu les dunes ; puis c'est la zone des dunes mortes à graminées, si caractéristiques du pays sahélien. Un peu plus au sud apparaît l'*Euphorbia balsamifera* L., puis des Acacias soudanais et un palmier, *Hyphaene thebaica* Mart. Avec l'Hyphène nous touchons au Niger, qui n'est ici nullement soudanais, le vrai Soudan botanique, à *Borassus*, *Adansonia*, *Tamarindus*, *Eriodendron*, etc. ne commençant guère que 200 kilomètres plus au sud.

Comment grouper les types floristiques reconnus? Insistons d'abord sur le fait qu'aucun passage n'est tranché : il y a des zones de transition qui peuvent être très étendues. Non seulement les zones admettent, dans une région homogènes, des passages graduels, mais d'autre part les limites de ces zones ne sont nullement parallèles, ni entre elles, ni aux parallèles géographiques. Des accidents topographiques, des changements soudains et locaux dans la constitution du sol peuvent déterminer des îlots : si les dunes mortes de la rive gauche du Niger aux environs de Bourem sont indubitablement sahéliennes, on rencontre par places des lambeaux de cailloutis, patinés en noir et d'aspect parfaitement saharien, qui sont des enclaves.

On peut essayer, provisoirement du moins, de résumer en un tableau la classification des zones végétales.

Pluies				
500 mm.	Hauts plateaux algériens			
200 mm.	SAHARA			
100 mm.		1re province : Sahara septentrional. = Sahara arabe (algérien) ou à Salsolacées (*Helix* et Cloportes).	? limite du *Cornulaca monacantha*.	
		2e province : Sahara central. = Sahara touareg (soudanais) ou à Mimosées.	3e province : Parties hautes des massifs centraux (Ahaggar, Tassili).	4e province : Sahara atlantique, littoral.
100 mm.			? limite du *Cornulaca monocantha*.	
200 mm.	Sahel (Sahara méridional des auteurs) à *Cenchrus*, *Euphorbia balsamifera*, et *Hyphaene* dans le sud.			
	Soudan.			

De la flore, passons à la faune. Quel est le caractère de la faune saharienne? Le Sahara est-il une dépendance du monde paléarctique, ou au contraire du monde éthiopien? Où placer la limite actuelle de ces deux faunes? Les cartes sont sans scrupules et ignorent l'hésitation : un gros trait noir — dont la continuité à travers tout le continent n'est guère qu'une colossale extrapolation et dont l'apparente précision ne saurait faire illusion — tantôt rectiligne, tantôt plus ou moins sinueux a la prétention de matérialiser cette limite paléarctico-éthiopienne. En réalité, il est douteux que l'on puisse prétendre représenter avec une ligne autre chose qu'une très grossière approximation. De plus les conditions topographiques locales peuvent briser cette ligne et déterminer des territoires en presqu'îles ou individualiser des îlots

détachés, îlots à faune soudanaise en territoire saharien, îlots à faune saharienne en territoire soudanais.

Puisqu'il faut cependant essayer d'indiquer sinon une limite exacte du moins dans quelles zones se fait le passage de l'une à l'autre faune, signalons, parmi les espèces que nous considérons, à la lisière sud du désert, comme étrangères au Sahara : les singes, le lion, la panthère, le phacochère, la *Gazella rufifrons* Gray, les *Euxerus*, l'Oryctérope, les Mangoustes, etc. ; parmi les oiseaux un réactif certain de la présence d'une faune africaine est constitué par la pintade (*Numida meleagris galeata* Pallas), le *Corvus scapulatus* Daud. ou corbeau à plastron blanc, un vautour (*Necrosyrtes monachus* Temm.), puis les *Francolinus*, les *Ploceus*, les *Lagonosticta*, etc. Cette liste n'est pas homogène : elle renferme en effet des espèces qui peuvent servir à préciser la limite du désert et d'autres qui peuvent servir à déterminer celle des deux grandes régions fauniques. La zone de passage dont nous allons rappeler le tracé approximatif sépare deux faunes mammalogiques qui sont, l'une éthiopienne désertique, l'autre éthiopienne non désertique mais d'affinités africaines toutes deux, tandis qu'elle sépare deux mondes ornithologiques : le Sahara et le Soudan sont des facies contigus pour les mammifères, ce sont des régions brutalement tranchées pour les oiseaux. La même ligne n'a donc nullement la même importance dans les deux cas : il ne faut pas l'oublier.

Sur la côte atlantique, on s'accorde à peu près à placer la ligne en question (limite paléarctico-éthiopienne pour les oiseaux, limite saharo-soudanaise pour les mammifères) vers le cap Timoris, à environ 19° de latitude nord. C'est à peu près là en effet que passe la limite nord de l'*Euphorbia balsamifera* L. et la limite sud du hâd (*Cornulaca monacantha* Del.) ; il semble d'ailleurs que ces deux plantes doivent jouer un rôle très important dans la détermination de la limite entre le Sahara et le Sahel. A Nouakchot (18°) j'ai rencontré des phacochères ; les Acacias soudanais commencent aussi entre 18° et 19° : c'est dans ces environs que doit se placer la zone de passage. Plus au nord, à Port-Etienne, la faune terrestre est, au moins en partie, paléarctique : on y trouve des *Helix*.

Plus à l'est, le massif du Tagant est manifestement soudanais puisqu'on y aurait observé des singes, le lion, la panthère et le phacochère, et peut-être même la girafe, ce qui semble bien peu vraisemblable ; il y a aussi des crocodiles et une grenouille méridionale, *Rana occipitalis* Günth. L'Adrar, par contre, paraît plutôt saharien en ce qui concerne la faune terrestre (*Helix*) tandis que la faune aquatique est déjà africaine par ses poissons (*Clarias, Tilapia*), ses batraciens (*Bufo regularis* Reuss, *Rana occipitalis* Günth.) et ses mollusques. D'ailleurs, la faune de Mauritanie est encore à peu près inconnue, comme celle du Rio de Oro, ce qui est d'autant plus regrettable que ce désert littoral offre un intérêt tout particulier ; ce désert atténué, en effet, semble avoir été moins qu'ailleurs un obstacle au mélange des faunes ou tout au moins à la persistance sur place de plusieurs types d'affinités méridionales : c'est ainsi qu'ont subsisté dans le sud marocain, et parfois bien plus au nord, un ratel, un *Xerus* (*Atlantoxerus*), la *Gazella dama* Pallas, un francolin, une pintade, la vipère heurtante (*Bitis arietans* Gray), etc. Enfin le problème des affinités biogéographiques des archipels atlantiques avec l'Afrique continentale contribue, lui aussi, à conférer à ce littoral inexploré un intérêt très spécial.

A l'est de la Mauritanie on a signalé le lion et la panthère dans la falaise de Nema-Tichitt. Tombouctou est, bien entendu, en pleine zone sahélienne, mais au sommet de la boucle du Niger la faune saharienne est toute proche et c'est à 100 kilomètres seulement de Bourem que j'ai rencontré, en venant du nord, le corbeau blanc, les *Euxerus* et la pintade. La gazelle saharienne (*Gazella dorcas* L.) atteint le fleuve ; bien plus, elle existe même sur la rive droite où l'on a décrit récemment des îlots de *Gazella dorcas* dans la zone à *Gazella rufifrons* Gray.

La faune de l'Adrar des Iforas est malheureusement encore à peu près inconnue. Certains renseignements y indiqueraient la présence, au moins occasionnelle, du lion et de la panthère, celle des singes, du phacochère, de la pintade ; Chudeau a vu des « mange-mil » indéterminés à Timiaouine et des *Rana occipitalis* Günth. dans le massif. Bref, l'ensemble paraît sahélien. Seulement, le massif est-il une presqu'île éthiopienne ou une île ? On l'ignore encore. Il est certain par contre que la limite entre le Sahara et le Sahel décrit un vaste golfe à convexité méridionale dans la zone désertique qui sépare, au sud de l'Ahaggar, les Iforas de l'Aïr.

Ce dernier massif a une faune manifestement éthiopienne puisqu'on y trouve, par exemple : *Genetta dongolana* H. et Ehr., *Herpestes phœnicurus*, *Felis haussa* Thos. et Hinton, *Caracal caracal* Güldenst., le lion et la panthère, *Canis riparius* H. et Ehr., *Vulpes Rüppelli*, *Paecilictis Rotschildi* Thos., *Orycteropus afer* Pallas, *Papio nigeriae* Elliot, *Numida*, *Palaeornis* (perruche) et des *Nectariniidae*. Seulement, cette faune c'est celle des oueds : les thalwegs de l'Aïr sont, tant par leur

faune que par leur flore, soudanais; c'est évident. Mais ces étroits couloirs de végétation sont séparés les uns des autres par des montagnes effroyablement désertiques : d'ailleurs, même aux côtés des éléments faunistiques soudanais les éléments sahariens ne manquent pas. Enfin, ici encore, comme pour l'Adrar des Iforas, on peut se demander si l'Aïr n'est pas, plutôt qu'une presqu'île soudanaise, une île, entièrement entourée de territoires à faune saharienne.

Entre l'Aïr et le Tibesti, la limite des faunes est placée par Lavauden, qui l'a observée sur le terrain, un peu au sud de Beduaram, entre 15° et 16° de latitude nord. La faune du Tibesti n'est pas encore connue; comme on y a signalé des singes et des pintades, il semble que la faune terrestre soit plutôt éthiopienne. Jusqu'à quelle altitude l'est-elle et le Tibesti admet-il, comme l'Ahaggar, malgré sa basse latitude, de hautes zones paléarctiques? On l'ignore encore. D'ailleurs le Tibesti, même faunistiquement soudanais, n'est peut-être qu'un îlot au milieu d'un territoire saharien.

A l'est du Tibesti on admet que la limite traverse en écharpe le désert libyque pour atteindre la mer Rouge au niveau du tropique.

Voici le Sahara très approximativement délimité au sud. Mais employer indistinctement les termes « limite méridionale du Sahara » et « limite de la faune paléarctique » c'est admettre que le Sahara appartient en totalité à ce domaine. C'est l'opinion courante. Seulement, qualifier le Sahara de paléarctique, sans plus, cela revient en somme à le définir négativement par rapport à la faune éthiopienne, cela équivaut trop souvent à la simple constatation que divers mammifères africains ne sont pas des animaux désertiques et qu'il n'y a au Sahara ni rhinocéros, ni pangolin, ni chimpanzé, constatation qui ne s'appliquerait pas moins à la Terre de Feu ou à l'Australie.

Peut-être serait-il plus indiqué de considérer le Sahara, entre une Berbérie de caractère paléarctique accusé et un Soudan éthiopien, comme un territoire à faune mélangée, ce que la langue allemande a le privilège de pouvoir exprimer d'un mot, un « Mischgebiet. » ? Outre les formes proprement désertiques, les espèces du Sahara, en effet, sont soit paléarctiques (méditerranéennes ou ouest-asiatiques) soit soudanaises. Le courant tropical serait le plus ancien et daterait peut-être de la fin du tertiaire; le courant méditerranéen serait plus récent, quaternaire; quant à la faune désertique on la considère parfois comme un élément indigène stabilisé très anciennement (de Peyerimhoff). Il resterait à expliquer comment une faune essentiellement désertique a pu se maintenir sur place pendant les périodes où le Sahara ne l'était pas, ou l'était moins. Il faut, semble-t-il, considérer, au Sahara, le genre *Lepus* et les hérissons comme des éléments à affinités méditerranéennes et on doit citer aussi le mouflon (*Ammotragus lervia* Pallas) dont les différentes sous-espèces sont répandues non seulement à travers tous les djebels sahariens, du Rio de Oro à la Haute Egypte mais vers le sud jusqu'au cœur de la boucle du Niger, dans le Hombori : l'espèce occupant actuellement une série d'îlots montagneux, sa répartition est aujourd'hui discontinue. L'existence du blaireau au Sahara m'a été affirmée pour les Eglab mais il s'agit vraisemblablement d'une confusion avec un *Mellivora*.

Les mammifères du Sahara sont, dans l'ensemble, manifestement d'affinités éthiopiennes, les rares formes vraiment paléarctiques de la Berbérie (sauf un sanglier très localisé du sud-oranais) n'atteignant pas le Sahara. Il y a des espèces communes au Soudan et au Sahara central : *Crocuta crocuta* (Erxl.), *Lycaon pictus* Temm., *Vulpes Rüppelli*, *Canis riparius* H. et Ehr., par exemple. Par contre les affinités de l'avifaune sont, dans l'ensemble, méditerranéennes. Les reptiles et les batraciens sont mélangés : si la présence du *Naja* jusque dans le Sud Algérien, du *Bitis arietans* Gray en des localités également très septentrionales, du *Crocodilus niloticus* Laur. et de la *Rana mascareniensis* D. et B. aux Ajjers et de la *Rana occipitalis* Günth. dans l'Adrar mauritanien dénotent des affinités tropicales, d'autre part on voit la *Rana esculenta ridibunda* Pallas et le *Bufo viridis* Laur. descendre jusqu'à l'Ahaggar. Les poissons sahariens sont, par contre, presque tous tropicaux, appartenant aux genres *Clarias*, *Tilapia*, *Hemichromis*, *Astatotilapia*, *Barbus*. La faune malacologique vivante, d'ailleurs très pauvre, est, dans l'ensemble, paléarctique en ce qui concerne les formes terrestres, mais les espèces méridionales aquatiques ne manquent pas. Les crustacés terrestres ne semblent pas s'aventurer très loin vers le sud mais on les retrouve dans la Coudia de l'Ahaggar et dans le Sahara atlantique. La faune carcinologique aquatique est très intéressante : elle comporte des reliques méditerranéennes et soudanaises remarquables. C'est ainsi qu'on voit une petite crevette circum-méditerranéenne banale, *Atyaëphyra Desmaresti* (Millet) descendre jusqu'à Ksabi dans le lit de la Saoura et une autre, tropicale celle-là, *Caridina togoensis Stuhlmani* Hilg., remonter jusqu'au Tassili des Ajjers qu'elle a dû atteindre autrefois à une époque où des affluents de bassins soudanais coulaient en permanence. Le cas du crocodile des Ajjers, des *Clarias* et des Cichlidés, de la

grande Nèpe (*Laccotrephes Fabricii* Stäl) est analogue. Plusieurs crustacés méditerranéens atteignent la limite nord du Sahara, par exemple un crabe (*Potamon edule* (Latr.)), une crevette (*Palaemonetes punicus* Sollaud), des Amphipodes, plusieurs Cirolanidés, l'un d'entre eux (*Typhlocirolana fontis* (Gurney)) ayant même été capturé récemment dans le puits de Chebbaba à plus de 1.000 kilomètres de la Méditerranée. Les entomostracés sahariens sont parfois cosmopolites ou endémiques, mais parfois aussi d'origine déterminable : c'est ainsi qu'au Sahara central les fermes méridionales ne manquent pas, par exemple *Macrothrix capensis* (G. O. Sars), et *Alona carua* King parmi les Cladocères, *Candonocypris bicornis* (G. W. Müller) parmi les Ostracodes, et *Eucyclops nubicus* (Chappuis) parmi les Copépodes.

Un fait intéressant à noter est l'existence parmi les éléments tropicaux de la faune saharienne non seulement de formes méridionales, nigériennes, mais aussi de types d'origine plutôt orientale, par exemple abyssine. De semblables cas sont nombreux chez les insectes ; on peut leur ajouter celui d'un Copépode (*Eucyclops nubicus* (Chappuis)), de plusieurs mollusques (*Helix Duroi* Hidalgo, *Zootecus insularis* Ehr., qui semblent avoir traversé tout le Sahara d'est en ouest), et d'une chauve-souris (*Rhinolophus fumigatus* Rüppell) que j'ai retrouvée dans l'Ahaggar.

On a récemment mis en lumière, en ce qui concerne les Hémiptères algériens, l'importance des apports orientaux (non tropicaux) et l'on a mentionné comme l'un des facteurs possibles de ce transport d'est en ouest le fait que l'époque de plein développement de certains Hémiptères coïnciderait avec l'établissement de régime des vents estivaux, soufflant précisément de l'est vers l'ouest.

La faune et la flore de l'Ahaggar sont caractérisées en ceci que la proportion d'espèces méditerranéennes s'accroît avec l'altitude, si bien que la partie haute du massif renferme toute une série d'espèces animales ou végétales méditerranéennes, reliques actuellement entièrement isolées. Comme on l'a dit très justement à propos des Coléoptères et comme on peut le répéter de plusieurs autres groupes animaux et des phanérogames, la Coudia est « une sorte d'enclave méditerranéenne, panachée d'éléments sahariens, mais à peine infiltrée d'éléments tropicaux » (De Peyerimhoff). Les chiffres donnés par cet auteur pour les Coléoptères sont démonstratifs : sur 177 espèces reconnues dans la Coudia de l'Ahaggar, 81 sont méditerranéennes, 76 sahariennes et 14 seulement tropicales.

Un exemple typique est fourni par un petit gryllide, le *Tridactylus variegatus* (Latr.) qui est une forme exclusivement confinée au bord des cours d'eau et que l'on a retrouvé dans le massif central saharien où l'on doit admettre qu'il n'a pu parvenir qu'en remontant le cours de l'oued Ighaghar à une époque où ce fleuve coulait.

Il ne semble pas impossible, malgré la vaste distribution géographique de beaucoup d'espèces, de distinguer, dans le Sahara proprement dit, plusieurs provinces, définies par des caractères tirés à la fois de la flore et de la faune : une province septentrionale, une province centrale (qui devrait s'appeler méridionale si le terme de « Sahara méridional » n'était pas devenu synonyme de « Sahel »), une province du haut Ahaggar, enfin une province littorale atlantique. Il n'est pas possible pour l'instant de donner des provinces énumérées une définition météorologique et il faut se borner à des caractéristiques biologiques.

La province septentrionale pourrait peut-être s'appeler aussi Sahara des Salsolacées, Sahara des cloportes ou Sahara des escargots. Des plantes bien typiques sont : le *Retama retam* Webb, le *Populus euphratica* Oliv. (très localisé), l'*Anabasis*, l'*Ephredra*, le *Limoniastrum guyonianum* Cosson et Durieu, etc. On pourrait citer aussi une série de mammifères et d'oiseaux, au moins sub-spécifiquement distincts des formes plus méridionales.

La province centrale est le Sahara des Acacias ; je n'y ai jamais observé, pour ma part, ni cloportes, ni *Helix* ; les plantes caractéristiques comprennent des espèces soudanaises, appartenant aux genres *Acacia*, *Calotropis*, *Salvadora*, *Balanites*, *Leptadenia*, *Abutilon*, *Aerua*, etc. accompagnés de quelques éléments paraissant méditerranéens, les *Tamarix* par exemple. Il y a des mammifères et des oiseaux spéciaux à cette province, où l'influence éthiopienne se fait fortement sentir en plaine : c'est ainsi que l'on a constaté récemment l'existence du *Lycaon pictus* dans le Tanezrouft méridional et que la présence de ce carnassier est soupçonnée dans l'Ahaggar, où on a signalé aussi un *Canis* et un *Vulpes* méridionaux.

Les parties hautes du massif central doivent être considérées comme formant une province à part, caractérisée par l'abondance de reliques méditerranéennes ; l'existence d'un cyprès dans la région de Djanet, d'un myrte, d'un olivier et d'un térébinthe dans l'Ahaggar sont parmi les caractères les plus saillants de la province montagneuse centrale. On citerait aussi nombre de formes animales d'affinités analogues et même quelques types endémiques, peut-être paléogéniques. L'exploration zoologique et botanique du Tibesti, qui atteint 3.400 m., révèlera peut-être des faits comparables.

Enfin la côte atlantique présente des caractères

assez spéciaux. On y trouve des plantes endémiques (appartenant aux genres *Leurocline*, *Andrachne*, *Statice*) et d'autres d'affinités canariennes. Il y a dans l'hinterland de Port-Etienne, sensiblement au niveau du tropique, des *Helix* et des *Porcellio*. Si la moyenne pluviométrique annuelle reste inférieure à 100 mm., par contre la rosée est extrêmement abondante sur le littoral[1]. Il semble y avoir dans ce Sahara atlantique, désert plus ou moins atténué par une humidité *relativement* considérable, un mélange particulièrement accusé de formes méridionales et méditerranéennes.

L'affirmation que le Sahara a traversé une phase géologique récente humide est un lieu commun : il n'est point besoin d'insister sur une constatation aussi banale, mais il est bon cependant d'énumérer quelques-uns des faits typiques dont l'ensemble justifie pareille conclusion.

1° Faits d'ordre physique. — Existence d'un réseau fluvial puissant, aujourd'hui à sec mais dont le tracé est encore parfaitement reconnaissable là où la dune, dans les zones d'épandage, n'en a pas empâté la topographie — existence, en dehors des oueds à thalweg encore apparent, de surfaces énormes dont l'horizontalité et la lithologie dénotent une origine alluviale — existence de dépôts lacustres — observation directe de diminutions récentes de l'eau superficielle ou phréatique en divers point de la zone saharienne ou sahélienne.

Les traces de l'érosion fluviale jouent un rôle très considérable dans la physionomie du pays désertique tant dans la montagne où les torrents du Sahara humide ont parfois sculpté des canyons grandioses que dans la plaine où, fleuves assagis, puis moribonds, ils ont étalé sur des surfaces immenses des alluvions arrachées aux massifs, et dont les éléments lourds, graviers et sables, abandonnés sur place ou remaniés et brassés par les actions éoliennes, ont constitué les regs et les ergs d'aujourd'hui. Les oueds nés dans la montagne ont, jusqu'à leur sortie du massif, un cours à très forte pente, un caractère torrentiel, coupé souvent de seuils rocheux où se sont creusés des marmites, parfois géantes comme celle d'In-Ziza où l'on a cru voir un petit cratère. Dès la sortie du massif, la pente se fait insignifiante, l'oued — celui d'aujourd'hui — s'étale en mäader : ce qui serait un lac ou un marais dans un climat humide n'est ici qu'une surface très sablonneuse où la proximité d'une circulation aquifère souterraine mais peu profonde permet un développement particulier de la végétation. Plus loin vers l'aval, c'est le passage au reg plat ou à l'erg accidenté et nu : l'oued est mort mais le nom parfois lui survit et l'on désigne encore, entre l'Ahnet et In-Ziza, sous l'appellation d'Oued Tireg'ert un reg horizontal, morne plaine de gravier, sans la moindre indication de thalweg ou le moindre signe végétal qu'il s'agisse d'une « vallée ».

Les oueds vivants du Sahara humide appartenaient pour une bonne part, à des bassins clos. Or, c'est pour un fleuve un médiocre gage de durée, sous un climat qui n'est pas très humide, que d'avoir un niveau de base élevé et les fleuves à niveau de base maritime connaissent une autre vitalité. Ces fleuves sahariens débouchaient dans des dépressions dont le lac Tchad actuel nous fournit peut-être, en miniature malgré ses 24.000 kilomètres carrés, une image pas trop infidèle. Les alluvions apportées par le fleuve tendent perpétuellement à colmater la zone d'épandage, le lac ou le marais terminal ; le niveau de base tend perpétuellement à s'élever, et le fleuve, de plus en plus paresseux, de moins en moins capable de déblayer la masse alluviale qui lui barre le passage et qu'il a lui-même amoncelée, agonise. Il divague : tantôt il contournera l'obstacle, se divisant au besoin en plusieurs bras ; tantôt, d'un effort soudain et comme désespéré, il parviendra encore à se frayer un passage à travers le sable ou la vase qui l'étouffe. Mais il transporte lui-même avec lui son mortel ennemi, malheureusement insoluble, le sable. La zone d'épandage primitive, maintenant comblée, ne sera plus atteinte qu'aux fortes crues, puis plus jamais. Le dessèchement remonte lentement vers la source, refoulant devant lui, vers l'amont, la zone d'épandage. Le lac Tchad occupe actuellement une situation bien plus méridionale que la zone d'épandage précédente. Les fleuves sahariens, malades de cette auto-intoxication par le sable, qu'on a nommé « l'éléphantiasis des oueds », meurent par ensablement. Des phénomènes de capture, au profit des fleuves plus vivaces à niveau de base maritime, ont certainement contribué à priver le Sahara de certaines de ses eaux courantes. Ce qui risque de s'accomplir sous nos yeux pour le Tchad, si le trop entreprenant Mayo Kebi poursuit l'attaque qu'il a esquissée contre le paisible Logone, a pu se passer pour des bassins sahariens. C'est peut-être le cas de la branche occidentale du Niger si, comme on le croit, elle a été capturée au profit d'un fleuve oriental et se déchargeait autrefois en ligne droite vers le nord et le Sahara.

Le mécanisme de la mort des oueds par suicide et, très accessoirement, par captures, tend à diminuer naturellement, dans l'explication du dessèchement du Sahara, la part attribuable à un

1. La rosée existe aussi dans le Sahara arabe à végétation diffuse ; je ne crois pas en avoir jamais constaté dans le Sahara central.

réel changement de climat, au moins depuis l'époque historique. On parle volontiers de modifications récentes du climat, donc de la quantité d'eau pluviale : c'est peut-être aller trop loin. Bien entendu, le processus d'ensablement des oueds n'est pas entièrement indépendant du climat puisqu'il nécessite au moins une certaine mobilisation des alluvions et par conséquent un régime relativement sec. Mais il faut insister sur le fait que le mécanisme de la disparition de l'eau superficielle et de la mort des oueds est, une fois déclanché, quasi automatique. Le Tchad, dont les affluents principaux naissent pourtant à une altitude relativement élevée, en pleine zone des pluies saisonnières, est atteint de cette maladie : l'établissement d'un climat parfaitement désertique dans le bassin du Tchad ne ferait qu'aggraver un mal préexistant.

2° Faits d'ordre botanique. — Existence des restes d'une forêt de cyprès (*Cupressus dupreziana* Camus) dans le Tassili — existence d'une flore méditerranéenne dans l'Ahaggar — existence de plantes soudanaises sous des latitudes très septentrionales, explicable peut-être parfois par des transports de graines dans des cours d'eau.

3° Faits d'ordre zoologique. — Persistance de Crocodiles et de Silures dans un milieu étroitement confiné — répartition d'espèces dont la dispersion a été nécessairement en rapport avec l'existence de connexions aquatiques entre les points d'habitat actuels — existence de fonds lacustres récents renfermant à la surface du sol des mollusques d'eau douce et des ossements de poissons — on a cité aussi l'existence de types spéciaux d'Hirondelles de rivage dans le Sahara central — enfin on doit ajouter l'existence, infiniment probable, dans un Sahara encore précamelin, d'une faune mammalogique non désertique, dont on retrouve la figuration sur les pétroglyphes.

4° Faits d'ordre humain. — Existence d'établissements humains sédentaires, voire agricoles, en des points d'où la vie, même nomade, est aujourd'hui exclue — abondance des vestiges d'industrie humaine ou de ruines d'agglomérations importantes dans des districts aujourd'hui totalement déserts — abandon, dans le Tanezrouft par exemple, de pistes autrefois fréquentées — existence de traditions indigènes concernant les pistes anciennes et leurs points d'eau et l'existence de certains lacs ou marais.

Si, comme on l'admet souvent, le Sahara est un désert très anciennement constitué, il n'en est pas moins certain qu'il a connu récemment une phase humide avec, sinon des forêts de plaine, du moins une brousse à mimosées analogue à celle du Soudan actuel, avec des fleuves, des lacs et des marais, où la vie sédentaire était sans doute possible aux populations peut-être non blanches de cette savanne saharienne ; une phase ultérieure de l'évolution du pays a vu s'épanouir la vie nomade, phase toute récente en certains points puisque les nègres agriculteurs semblent n'avoir cédé l'Adrar mauritanien aux nomades blancs qu'en plein moyen âge ; aujourd'hui, de larges districts sahariens entrent dans la phase de la vie impossible et l'on voit les populations se déplacer de la plaine vers la montagne pour y suivre l'humidité qui s'y réfugie, ou du centre vers la périphérie.

Minimum dans une série cyclique ou disparition définitive de l'humidité des couches superficielles ? On ne sait, mais le sens et l'intensité du phénomène sont des faits hors de discussion : ils font entrevoir, si le processus se poursuit, un pays « vide d'arbres, de villes et d'eaux, mais vide comme un continent qui serait déménagé, vide comme peut l'être un canton de la lune » (Martin) et de fait l'adjectif « lunaire » revient déjà volontiers, avec une insistance un peu inquiétante sous la plume des voyageurs sahariens.

Avouons d'ailleurs que nous savons encore peu de choses sur le Sahara dont l'inventaire scientifique est à peine amorcé. Le progrès de celui-ci est d'ailleurs d'autant plus à souhaiter que peu de régions au monde ont donné lieu à plus de légendes burlesques, d'idées fausses ou d'hypothèses absurdes. On ne saurait mieux conclure qu'en répétant le mot d'un saharien véritable, à propos d'une invraisemblable supposition concernant le transport par caravanes et l'immigration actuelle des termites du Sud-Oranais : « le Sahara si souvent « vaincu » est encore bien peu connu. » L'on me permettra d'ajouter que, dans le progrès de nos connaissances scientifiques, la belle part, la part utile et solide, reviendra moins peut-être aux véhicules perfectionnés, à essence, voire à huile, montés sur pneus ou sur chenilles, et transportant à vive allure, d'un bout à l'autre du désert, sur des pistes connues, des missions-éclairs et des explorations-bolides, qu'au lent cheminement de quatre grosses pattes étalées en disque et de deux savates en peau d'antilope.

Th. Monod.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Loria (G.) — **Storia delle Matematiche.** *Vol.* II, XVI^e^ et XVII^e^ *siècles.* — 1 *vol. in*-12 *de* 595 *pages et* 33 *fig. Prix, relié :* 25 *lire. Sten, à Turin,* 1931.

Tartaglia, Cardan, Ferrari, en Italie; Viète en France; Nunez en Espagne; Stevin en Hollande, appartiennent à la première moitié du XVI^e^ siècle. Ce sont des algébristes, que Viète, seigneur de la Bigotière, conseiller au parlement de Bretagne, domine de loin.

Malheureusement pour ses contemporains, il était presque indéchiffrable, si bien qu'on réclamait « un second Viète pour déchiffrer le premier ». Naturellement, il paraphrasa les écrits des anciens, ce qui le conduisit, cela est étrange, à des considérations appartenant aux espaces à plus de trois dimensions. Ses formules, traduites en notations modernes, sont usitées aujourd'hui dans les transformations algébriques. Il alla jusqu'à s'essayer à résoudre les équations numériques de tous les degrés dans son *De emendatione æquationum.* Son rôle fut tout à fait de premier plan.

Toujours au XVI^e^ siècle, Copernic et Tycho firent progresser la trigonométrie, tandis que leurs contemporains s'occupaient activement de la quadrature du cercle.

Mention doit être faite ici de la naissance du « Journal des sçavants », des « Acta Eruditorum », de l'Académie des Sciences de Paris, de celle des Lincei à Rome.

Le XVI^e^ siècle ne fut guère que l'aurore du siècle glorieux de Galilée, Képler, Napier, Bachet de Méziriac. Les œuvres de ces grands mathématiciens sont trop connues pour qu'il nous vienne à l'esprit de les nommer, pas plus que celles de leurs élèves : Cavalieri, Torricelli, Viviani, et aussi Oughtred.

Nous arrivons à ces mathématiciens purs : Descartes, Fermat, auxquels G. Loria consacre de longues pages, Desargues, Pascal, puis aux précurseurs du calcul infinitésimal : Roberval et Wallis principalement, contemporains du géomètre Huyghens. C'est avec Newton, Leibniz et leurs élèves que l'auteur termine ce volume.

La table alphabétique des auteurs cités ne renferme pas moins de dix pages et la bibliographie est des plus suggestives. C'est dire de quelle valeur est cette nouvelle contribution à l'histoire du géomètre italien.

R. DE MONTESSUS DE BALLORE,
Docteur ès Sciences.

*
**

Betrancourt (F.). — **L'Emploi des Unités dans la pratique des Calculs.** — 1 *vol. in*-16 *de* 91 *p. Paris,* 1931 (*Prix, broché :* 16 *francs*).

A cette même place, nous avons déjà eu l'occasion de signaler le danger que présentent les formules des aides-mémoire, quand il s'agit d'en faire des applications numériques. Les unités... Voilà, en effet, la pierre d'achoppement du calculateur occasionnel, et cette connaissance primordiale des unités présente chez de nombreux techniciens une véritable lacune. Ils ont oublié, ou ils n'ont même jamais su... En électricité, particulièrement, cela est probant.

L'auteur a donc été fort bien inspiré en écrivant ce petit ouvrage qui n'a pas d'autre prétention que de faciliter la tâche du calculateur.

Le chapitre I concerne les généralités sur les unités, en particulier sur les formules de dimensions. Les chapitres suivant, conformément à la loi du 2 avril 1919 donnent : chapitre II : les unités géométriques et mécaniques; chapitre III : les unités électriques et magnétiques; c'est certainement le chapitre qui sera le plus utile aux praticiens car là règne une invraisemblable quantité croissante d'unités dont le nom et la définition changent constamment, et auxquelles la Commission électrotechnique internationale, dans son Congrès de 1932, ne sera certainement pas sans apporter de nouveaux changements; chapitre IV : les unités thermiques; chapitre V : les unités optiques, et enfin le chapitre VI : quelques renseignements sur les mesures spéciales d'usage international.

Ici, nous exprimons le regret que ce chapitre VI n'ait pas été autrement développé, ou plutôt suivi d'un septième, où l'auteur eût pu signaler les unités employées dans les divers industries ou commerces. C'est qu'il est, en effet, extrêmement difficile de pouvoir assembler et connaître ces dernières. Où, par exemple, trouver la définition du *mesh,* qui sert à désigner les mailles des tamis; où encore se renseigner sur les numéros au moyen desquels se graduent les fils de caoutchouc employés pour la fabrication des tissus élastiques?

Enfin, certaines unités employées dans des sciences particulières : la physique, la micrographie, l'astronomie, etc... pourront, souhaitons le, être comprises aussi utilement dans les éditions à venir de cette intéressante brochure, que nous souhaitons voir dans beaucoup de mains.

L. P.

*
**

De Montessus de Ballore (R.).— **Algèbre supérieure,** *seconde partie,* 6^e^ *édition, entièrement refondue (correspondant à la* 6^e^ *édition de l'*Algèbre supérieure, *première partie*).— 1 *vol. gr. in*-8° *de* 1013 *p.,*

avec 48 figures, Gauthier-Villars, Paris, 1931 (*Collection Ch. de Comberousse.*) (*Prix : 90 francs.*)

Cet ouvrage connaît depuis de nombreux lustres un succès toujours égal, sans doute parce qu'il est le seul, en France, qui ne se borne pas à l'étude des questions du programme de Mathématiques spéciales, compte tenu des qualités qui lui sont propres, principalement de son admirable clarté que soutient l'étude approfondie de nombreux problèmes.

La première partie, 332 pages, concerne le calcul intégral, depuis la notion d'infiniment petit, jusqu'aux équations différentielles de Bernoulli et de Clairaut. C'est le programme de Mathématiques générales qui est développé, aussi nous en parlerons peu.

La seconde partie, Théorie des Equations, comble une lacune importante, comme nous le disions plus haut; on y trouve en effet, en plus des matières portées au programme de la classe de Mathématiques spéciales (programme de l'Ecole polytechnique) : la théorie étendue des fonctions symétriques, celles des résultants, des racines communes à plusieurs équations, les théorèmes de Fourier, de Lagrange, de Sturm, des éléments concernant la recherche des racines des équations transcendantes, la résolution générale des équations de degrés 3 et 4. Près de 140 pages sont consacrées à la théorie des différences, ce merveilleux instrument de calcul, à la résolution des équations transcendantes, à la méthode des approximations successives, aux séries récurrentes, à l'étude des polynomes homogènes du second degré.

L'ouvrage se termine par 319 problèmes proposés, dont les solutions sont presque toujours indiquées et par des tableaux très complets d'intégrales usuelles.

La luxueuse présentation du volume, imprimé sur très beau papier, avec des caractères neufs, le place parmi les ouvrages les mieux présentés de la librairie Gauthier-Villars.

B. M.

2° Sciences physiques.

Kohlrausch (K. W. F.). — **Der Smekal-Raman-Effet.** — *1 vol. in-8° de 392 p., édité chez Fabius Springer, Berlin*, 1931 (*Prix, broché : 32 marks; relié : 33,80*).

L'effet Raman consiste dans le changement de longueurs d'onde de la lumière par diffusion dans un milieu matériel : en plus d'une raie diffusée relativement intense et de même longueur d'onde que la radiation incidente, le milieu émet tout un spectre de raies nouvelles beaucoup plus faibles, qui dépend de la nature du milieu, et que l'on appelle son spectre Raman. Ce phénomène, découvert au début de 1928, a tout de suite attiré l'attention des physiciens et des chimistes : aux premiers il promettait un nouveau moyen d'aborder l'important problème des relations entre la matière et la radiation et de faire progresser la théorie des quanta; aux seconds il apportait un moyen simple et puissant pour éclaircir la structure des molécules complexes. Aussi n'y a-t-il rien de surprenant à ce que les travaux publiés sur ce sujet aient pris une ampleur presque déconcertante. A l'heure actuelle plus de 400 mémoires sur la question ont déjà été imprimés, et son intérêt est loin d'être épuisé. Il semble donc que le moment soit particulièrement favorable pour « faire le point » et l'on peut être reconnaissant à M. Kohlrausch de l'avoir tenté.

Son ouvrage a l'immense avantage d'être encyclopédique, c'est-à-dire de réunir l'ensemble de toutes les connaissances acquises sur le sujet, y compris celles dont la certitude aura besoin d'être contrôlée. Le physicien ou le chimiste travaillant sur l'effet Raman sera heureux de trouver réunis sous un volume assez faible la totalité des résultats actuellement publiés, la bibliographie complète de la question (417 mémoires jusqu'au mois de juin 1931). La liste de tous les corps actuellement étudiés avec les résultats numériques obtenus. Le livre de M. Kohlrausch est donc un instrument de travail de premier ordre. Il a de plus le mérite d'être clairement rédigé et accompagné de nombreux tableaux et schémas d'un maniement commode.

J'ajoute qu'il sera particulièrement apprécié des chimistes. Par ses travaux personnels, M. Kohlrausch s'est principalement placé à leur point de vue, et le matériel expérimental qu'il a réuni ainsi que la manière de le mettre en œuvre leur rendront de grands services. L'effet Raman fournit, en effet, dans l'étude des molécules organiques complexes, des renseignements d'une simplicité et d'une précision qu'il serait difficile d'acquérir autrement, et dont beaucoup sont déjà d'une application journalière. Les physiciens auront, au contraire, en lisant ce volume, l'impression que la question n'en est encore qu'à ses débuts, que l'étude des gaz et surtout les mesures précises des spectres Raman pourront leur apporter bien des résultats nouveaux. S'ils sont ainsi amenés à aborder ce sujet si intéressant ils devront, eux aussi, témoigner leur reconnaissance à l'auteur qui aura consacré leur initiation.

Eugène Bloch.

*
**

Davison (A. W. et **von Klooster** (H. S.), *Professeurs au Rensselaer Polytechnic Institute.* — **Laboratory Manual of Physical Chemistry.** 2e édition. — *1 vol. in-8° de xi-240 p. avec 36 fig.* (*Prix, cartonné : 12 sh. 6 d.*). *John Wiley and Sons, New-York; Chapman and Hall, 11, Henrietta Street, Londres*, 1931.

Ce volume réunit une quarantaine d'exercices pratiques de laboratoire dans le domaine de la Chimie Physique. Pour chacun d'eux, les auteurs donnent : une courte discussion théorique des principes mis en jeu et les formules nécessaires aux divers calculs à effectuer; l'indication des appareils et des produits chimiques à utiliser; la façon de procéder à l'exercice envisagé avec les précautions à prendre; les observations et mesures à faire; enfin

les calculs à opérer pour obtenir le résultat cherché. 17 tables de constantes et une petite table de logarithmes à 4 décimales terminent l'ouvrage et fournissent à l'élève tous les éléments dont il peut avoir besoin au cours des divers exercices.

Les exercices sont bien choisis dans les diverses branches de la Chimie physique; ils ont été mis au point au cours de nombreuses années d'enseignement pratique, et l'on ne peut que souhaiter à la 2e édition de cet ouvrage le même succès qu'à la 1re.

L. B.

*
**

James Clerk Maxwell. — A Commemoration. *Volume* 1831-1931. — 1 *vol. in*-12 *de* 146 *pages, édité à la Cambridge University Press* (*Prix : 6 sh.*).

L'Université de Cambridge vient de célébrer le centenaire de la naissance de Maxwell, le plus illustre des physiciens qui ont contribué à sa gloire, le fondateur et le premier directeur du fameux Cavendish Laboratory. Elle a publié à cette occasion le petit ouvrage actuel, où se trouvent réunis les exposés et les souvenirs que divers savants ont rédigés pour la circonstance. Les auteurs sont : J.-J. Thomas, Plank, Einstein, Larmor, Jeans, Garnett, Fleming, Lodge, Glazebrook et Lamb. Chacun d'eux a présenté l'un des aspects intéressants de la vie ou des travaux de Maxwell, et leurs noms suffisent à garantir l'intérêt du texte. Les anecdotes sur la vie et l'enseignement du maître abondent et, comme plusieurs des auteurs l'ont connu personnellement ou ont suivi ses cours, leurs récits possèdent une saveur particulière. De fait, ce livre commémoratif a sa place indiquée dans les bibliothèques de physique à côté des ouvrages et des mémoires du maître. Deux intéressants portraits de Maxwell ornent l'ouvrage et le représentent comme jeune homme et à l'âge mûr.

E. B.

*
**

Bedeau (F.). **— Le Quartz piézo-électrique et ses applications en T.S.F.** — 1 *brochure in*-8° *de* 31 *p. Hermann, éditeur, Paris,* 1931.

Dans une conférence qu'il a faite au Conservatoire des Arts et Métiers le 8 mai 1931, l'auteur a exposé ce qu'est le phénomène de piézo-électricité et les applications importantes qui en ont été faites en T.S.F.

Il a défini d'abord ce que c'est que le phénomène de piézo-électricité signalé par Aüy en 1817 et qui passa inaperçu, car c'est seulement le 2 août 1880 que les frères Pierre et Jacques Curie dans une communication à l'Académie des Sciences en énoncèrent les lois; à peine ces lois énoncées que Lippmann en 1888 formulait celles de la piézo-électricité inverse.

Pendant de longues années les phénomènes ne reçurent d'autres applications que celles indiquées par les frères Curie, et dont la principale est la mesure de faible quantité d'électricité. C'est à M. Paul Langevin que l'on doit en définitive toutes les applications modernes.

Il est évident que dans sa conférence, M. Bedeau en raison de la nature de son auditoire, n'a pu étudier complètement le quartz au sujet duquel d'ailleurs on trouvera tous les détails nécessaires dans le fascicule 6 du Mémorial des Sciences physiques.

M. Bedeau a simplement voulu dans cette brève causerie donner des notions précises sur les divers phénomènes de piézo-électricité et leurs applications en T.S.F.

F. M.

*
**

Travers (A.), *Professeur à la Faculté des Sciences et Directeur de l'Institut chimique de Nancy.* — **Leçons de Chimie.** — 2 *vol. de* 184 *et* 216 *pages. Vuibert, éditeur, Paris,* 1931 (*Prix, brochés* : 20 *et* 22 *francs*).

Cet ouvrage, qui comprend deux fascicules l'un de chimie générale, l'autre de chimie descriptive des métalloïdes, représente, en grande partie, les leçons professées par l'auteur à la Faculté des Sciences de Nancy, depuis 1920.

Il s'adresse par conséquent, d'abord aux candidats de chimie générale, mais les élèves se préparant aux grandes Ecoles y trouveront également des développements concernant leurs programmes particuliers.

M. Travers était particulièrement qualifié pour condenser sous la forme la plus réduite un exposé de la chimie, susceptible de réfléter exactement l'état de la chimie générale en 1931. Il a personnellement apporté, en effet, une contribution importante à la connaissance de cette chimie générale dans laquelle s'est développée principalement l'énergétique des réactions chimiques, et d'une façon plus générale toute la chimie physique. C'est ainsi qu'il a fixé les conditions de stabilité des aluminates-alcalino-terreux; qu'il a donné une méthode très élégante pour reconnaître la présence de l'alumine libre dans un mélange, etc... M. Travers est aussi présentement l'un des analystes les plus qualifiés. On lui doit d'ailleurs des méthodes d'analyse nouvelles pour déterminer les divers éléments contenus dans les fers et aciers, un dosage du fluor en présence de la silice, des recherches sur la séparation difficile du glucinium et de l'aluminium.

Par ces travaux on voit qu'il s'est efforcé de fournir des solutions aux problèmes posés par les industriels de l'importante région minière et métallurgique de l'Est, et qu'il a aiguillé dans des directions conformes à l'esprit qui doit être celui de l'Institut de Chimie et de l'Ecole des Mines, les divers enseignements de ces établissements.

Au début de ce traité, les lecteurs trouveront un exposé synthétique des éléments de la chimie physique, c'est-à-dire des lois générales qualitatives et quantitatives auxquelles sont soumises toutes les opérations d'ordre chimique ou d'ordre physique, prati-

quées par le chimiste. Ces lois ne sont pas seulement énoncées et démontrées, mais développées par un expérimentateur qui, chaque jour, les utilise. Elles sont présentées avec toutes les applications auxquelles elles ont conduit. L'auteur, à dessein, ne s'est pas limité à un programme donné, car certaines notions souffrent d'être exposées sommairement, et restent alors de ce fait, mal comprises. Pour cette raison, il a développé en détail d'importantes questions d'analyse immédiate, les équilibres chimiques, les applications de la théorie des ions, et, en particulier, la neutralisation des acides, leur force, etc...

Il a cru devoir réunir dans un chapitre spécial les lois des solutions idéales et dans un autre, les notions de thermo-chimie indispensables.

Dans le tome II qui comporte la chimie descriptive des métalloïdes il a cherché à rendre aussi vivantes que possible, les diverses monographies relatives à chaque corps en essayant de bien dégager leur physionomie. Il y signale les préparations industrielles quand elles existent et place dans un paragraphe spécial les réactions de laboratoire qu'il est possible d'employer.

Délibérément, M. Travers a négligé certaines questions, qu'il se propose d'ailleurs de développer et de publier ultérieurement, comme les notions modernes sur l'activité des ions, la théorie de l'atome, de même que les importantes questions de classification des éléments, les oxydants, les réducteurs, etc...

Ce cours met en relief les idées fondamentales, il éveillera la curiosité d'esprit et suscitera la réflexion chez les étudiants en leur montrant la difficulté des sujets que l'auteur n'a pas masqué sous des apparences faciles.

Volontairement, le texte s'est trouvé très condensé par l'objectif de l'auteur qui était d'offrir un ouvrage de volume restreint et accessible par son prix à la jeunesse des écoles, ce que ne perd, au surplus, jamais de vue, la Librairie Vuibert. Nous souhaitons donc voir les étudiants répondre au nouveau sacrifice que s'est encore imposé ici cette vieille maison d'éditions classiques.

L. Potin.

3° Sciences médicales.

City Noise. — 1 *vol. gr. in*-8° *de* 308 *p. avec nombreuses figures, édité par la* Noise Abatement Commission *du Service de la Santé de New-York* (The Academy Press, *New-York ; prix non indiqué*).

Voici un ouvrage sur le fléau du bruit dans les villes. Il est l'œuvre de MM. E.-F. Brown, E.-B. Dennis, J. Henry et G.-E. Pendray constituant le rapport d'une commission d'une vingtaine de membres. C'est un volume fort intéressant sur un ensemble de problèmes connexes : d'où vient le bruit, dehors et dedans; quels sont les effets du bruit; comment peut-on en réduire l'importance? car le bruit constitue un problème sanitaire. La Commission a imaginé une méthode de mesure du bruit qui est employée dans les parages les plus variés et qui fournit une documentation précieuse sur l'intensité du fléau. Elle a réuni de nombreux documents sur les effets de celui-ci sur le caractère, le travail, la santé. Qu'a t on fait? Que peut-on faire pour rendre les villes moins intolérables? Ce volume nous le dit. Mais il est dit aussi combien elles restent bruyantes, et on se demande s'il est possible de les rendre, sinon silencieuses, du moins supportables. Le problème est posé, il n'est pas résolu. Le sera-t-il par la nouvelle architecture, les gratte-ciel et la nouvelle urbanisation? Quoi qu'il en soit, ce volume constitue une contribution fort intéressante à l'étude du fléau du bruit, et mérite d'être lu et médité.

V.

4° Art de l'Ingénieur.

Roudié (P.). — **Le Contrôle de la dureté des Métaux dans l'industrie.** — 1 *volume* 16 × 25 *de* VIII-125 *p.*, 6 *fig. Dunod, Paris*, 1930 (*Prix, broché :* 26 *francs*).

L'industrie doit généralement aux savants, dans toutes les catégories essentielles de la connaissance des choses, des lois précises, des méthodes et des unités qui ont coordonné et élargi les moyens de réalisation.

Toutefois, dans la mesure des réactions utiles des métaux, c'est l'industrie elle-même qui, souvent a pris l'initiative de créer des procédés et des appareils d'expérimentation, en sorte que les résultats obtenus, nécessairement limités à des buts pratiques ou commerciaux et à des cas particuliers, manquent à la fois de généralité, de précision, d'unité, parfois de sincérité.

C'est ce qui s'est produit pour la dureté.

Aussi est-il indispensable, pour procéder par ordre, de se demander en premier lieu ce que l'on entend par ce mot.

Or les mots créent des images que l'on prend pour des réalités : tout le monde croit savoir dire ce qu'est la dureté; on fait sur certaines de ses apparences des évaluations et des comparaisons; mais on ne la mesure pas à proprement parler, parce que personne ne l'a encore définie.

Chacun de ceux qui ont essayé de pénétrer cette question très complexe a proposé sa définition en présentant un appareil de mesure.

Il en résulte qu'il y a autant de définitions de la dureté que de systèmes et d'appareils différents pour sa mesure. Les résultats de ces définitions et de ces mesures sont loin d'être toujours concordants, comme on peut s'y attendre.

Telles sont les considérations exposées en premier lieu par l'auteur, qui insiste sur la nécessité qu'il y aurait à définir une unité de dureté rattachée notamment par un rapport simple aux unités fondamentales de longueur, de masse, et de temps; ainsi qu'à déterminer la méthode d'essai réglementaire à employer.

M. Roudié examine ensuite successivement les différents procédés actuellement utilisés pour les essais de dureté des métaux, depuis les moyens classiques : scléromètre à rayure, billage Brinell, etc., jusqu'aux méthodes modernes : appareil Wickers, appareil Rockwell, procédé Esnault-Pelterie, pendule de Herbert; il termine par les appareils à réaction élastique, dont il expose en détail le principe et les applications : scléroscope Shore, sclérographe, etc.

Cet intéressant ouvrage contribuera, d'une manière importante, à remettre correctement au point une question jusqu'ici singulièrement obscurcie par la routine et l'empirisme.

L'auteur annonce la préparation d'un travail plus considérable qui, tout en se référant aux mêmes idées directrices, traitera le sujet d'un point de vue plus théorique et contiendra des documents nouveaux, de nombreuses citations, et une bibliographie détaillée.

Philippe TONGAS.

*
**

Leblanc (H). — **Pour l'Ingénieur-Dessinateur. — La conduite des études de machines.** — 1 *vol.* 12 × 18, *de* VIII-108 *pages; 6 fig. Dunod, éditeur, Paris,* 1931. *(Prix, broché : 12 fr. 75.)*

On éprouve, à coup sûr, quelque surprise à entendre l'auteur affirmer, au seuil de son livre : « Je n'ai jamais trouvé imprimé quoi que ce fût concernant l'art de conduire une étude de machine, l'art d'application proprement dit, l'art de se servir du bagage scolaire et du bagage pratique de l'atelier ».

Telle est cependant la vérité, et ce petit ouvrage vient, sous une forme spirituelle et attrayante, combler une lacune de notre littérature technique.

Comme il s'étonnait d'un tel état de choses devant un interlocuteur averti, l'auteur en obtint cette réponse : « C'est que ce qu'on écrit sur cette question, après avoir bien travaillé, pris beaucoup de peine, apparaît si simple à la lecture, que cela frise la naïveté ».

Nous tenons à assurer qu'en l'espèce il n'en est rien, et qu'il importe au reste de se mettre en garde contre le dangereux miracle de la simplicité.

Bien qu'il ne traite que des machines-outils, ce petit livre de cent pages ne saurait épuiser toute la question, même ainsi circonscrite. Il pose les principes essentiels, provoque la réflexion, et amène à maintes reprises le lecteur à regretter la volontaire concision où s'est tenu l'auteur.

Ph. T.

5° Sciences diverses.

Guyon (René). — **Essai de Psychologie matérialiste.** — 1 *vol. in*-16 *de* 469 *p. Paris, Costes,* 1931.

Dernière partie d'une trilogie matérialiste, ce volume vient après une Métaphysique et une Biologie matérialiste. Profondément convaincu que le spiritualisme ne peut qu'obscurcir encore les problèmes fort complexes de la psychologie, l'auteur essaie de fournir un schéma du psychique et de ses diverses manifestations qui ne s'appuie que sur des données permettant le contrôle expérimental, l'observation directe. Cette méthode aboutit naturellement à une psychologie à base purement physiologique, ce qui n'a rien de très révolutionnaire à l'heure actuelle. Son point de départ est l'étude de la sensibilité, caractéristique générale et spécifique de tous les êtres vivants. Cette sensibilité va engendrer les deux pôles principaux de la vie des organismes vivants : la douleur et la jouissance, la première ayant des manifestations beaucoup plus nombreuses que la seconde, qui oscillent autour d'une espèce de zéro sensible, correspondant au fonctionnement normal des organes. Douleur et jouissance sont en effet pour l'auteur toujours engendrées par une anormalité quelconque dans l'exercice des fonctions organiques. Cette sensibilité, on la peut mettre en évidence déjà chez le fœtus, il ne faut donc pas hésiter à parler d'une sensibilité aconsciente, malgré l'opposition apparente des deux termes. Au cours de l'évolution elle passe de l'inconscient dans le domaine de la conscience, et finit, surtout grâce à l'intervention de la mémoire, par engendrer la sensibilité supérieure ou intelligence. Cette sensibilité supérieure se traduira, s'emploiera d'abord, dans l'élaboration des états affectifs. A base physiologique ces états traduisent la fuite de la douleur et la recherche de la jouissance. Avec l'appoint du langage et de l'association, le développement mental parviendra jusqu'au point extrême de son évolution pour atteindre les processus supérieurs de jugement, de raisonnement. Des chapitres sur la volonté, ou plutôt sur l'illusion de la volonté, sur la valeur de l'intelligence et ses limites et sur la raison et le rationalisme, amènent à une conclusion générale sur la valeur des essais matérialistes, animée d'un enthousiasme d'une réelle envolée.

Le livre se lit facilement, j'allais écrire, comme un roman. Aucun passage n'en est aride ou ennuyeux, et la valeur générale des idées, reprises ici une fois de plus, n'est plus contestable maintenant que par les derniers défenseurs du spiritualisme intégral. On ne peut donc que féliciter l'auteur de l'effort qu'il a accompli, et généralement mené à bien, dans un domaine qui ne lui semble pas également familier dans toutes ses parties. C'est le reproche que je lui ferai, de donner par moment l'impression de reproduire impersonnellement des notes de lectures, pour compléter ses propres connaissances. Et cette documentation n'est pas toujours extrêmement heureuse. Je pense que M. Guyon a dû étudier la psychologie il y a déjà pas mal d'années, aussi sont-ce les noms de Feré et de Ch. Richet que nous retrouvons sans cesse sous sa plume, comme auteurs spécialisés, ce qui est un peu mince, surtout en ce qui concerne le second. Voulant rajeunir sa documentation, l'auteur s'est alors adressé pour la période moderne aux traités généraux, celui de Dumas, ce qui est un choix excel-

lent, l'un des rares ouvrages de Loeb traduits en français, ce qui est assez dangereux, et le « Rameau d'Or » de Frazer. De tout cela naît une impression quelquefois gênante de connaissance un peu superficielle des questions traitées, et il faut vraiment regretter que l'auteur ait cru devoir borner sa bibliographie à la seule langue française. Enfin sur quelques points précis les psycho-physiologistes seront tentés de lui faire d'assez sérieuses critiques. Surtout en ce qui concerne sa théorie de la douleur et de la jouissance, manifestations de perturbations dans le fonctionnement normal des organes. Il insiste beaucoup, avec raison d'ailleurs, sur l'importance souvent méconnue du sens sexuel, mais on ne voit pas très bien en quoi la jouissance sexuelle n'est autre chose que le fonctionnement tout à fait normal d'une fonction déterminée. De même quand l'auteur considère que l'exercice trop prolongé d'un organe sensoriel aboutit à la douleur, il semble oublier que dans le cas de l'odorat et du goût, on aboutit de la sorte à une espèce d'anesthésie de l'organe qui n'a rien à voir avec la douleur. Mais ces quelques remarques ne retirent rien à l'intérêt général de l'ouvrage qui reste très grand.

Marcel François.

*
**

Brunet (Pierre), *Docteur ès Lettres.* — **L'Introduction des Théories de Newton en France au XVIII^e siècle.** Tome I, — 1 *vol. in*-8° *de* 355 *pages, Librairie scientifique Albert Blanchard, Paris*, 1931 (*Prix, broché* : 55 *francs*).

Montucla se trompait lorsqu'il assurait qu'il n'y avait d'intéressants, parmi les historiens des sciences, que ceux qui ont contribué par leurs travaux à en reculer les bornes, et d'Alembert ne paraît pas avoir développé une conception plus sûre quand il prétendait réduire l'histoire des sciences au tableau des acquisitions, sinon définitives, au moins stables, au recensement de ce que les générations ont apporté de durable dans l'édification de la Science.

Ce qu'il importe, avant tout, de mettre en lumière, c'est le développement de la science avec toutes les sinuosités qui, en en marquant les hésitations, en montrent aussi la continuité. S'il en est ainsi, l'historien des sciences est autorisé à opter entre deux manières de considérer une même période d'activité scientifique : il peut, en se plaçant au moment où une découverte apparaît, déterminer, par une analyse rétrospective, les données sur lesquelles elle s'est construite, préciser quels travaux ont pu la faciliter et comment; bref rechercher dans les connaissances antérieures ses antécédents. Ou bien, se reportant préalablement beaucoup plus loin en arrière, il peut refaire avec les savants de l'époque à étudier, le chemin même qu'ils ont parcouru en partant d'une découverte donnée. Ainsi, par exemple, pour étudier la pensée scientifique du XVIII^e siècle, on pourrait fort bien considérer ce siècle comme la période d'élaboration du système de Laplace. Ce serait user de la première méthode. Mais il est également possible d'y voir la période de mise au point et d'établissement des théories newtonniennes. C'est cette deuxième méthode que l'auteur a choisie.

Les théories de Newton, ont, au cours du XVIII^e siècle, rencontré des résistances particulièrement violentes en France, parce qu'elles se heurtaient là aux doctrines cartésiennes solidement établies déjà.

En entreprenant de reconstituer l'historique de l'Introduction des Théories newtonniennes en France, l'auteur se trouve donc dans l'obligation, pour appliquer sa méthode, de montrer avec quelle habileté et aussi avec quelle ténacité, les disciples de Descartes rivalisèrent d'ardeur pour répondre aux objections soulevées par Newton et pour présenter la théorie tourbillonnaire sous un jour le plus favorable dans ses applications aux divers problèmes scientifiques alors considérés.

L'auteur aurait pu trouver, dans la diversité même de ces problèmes, les grandes divisions de son ouvrage. Il a préféré les chercher ailleurs pour des raisons qui tiennent, comme on l'a vu, à son point de vue sur le développement de la pensée scientifique. Il a cru préférable de suivre à peu près strictement l'ordre chronologique, en distinguant seulement des périodes suivant les caractéristiques reconnues à tel ou tel moment.

Il s'est cependant réservé d'élever de temps en temps le lecteur au-dessus du débat auquel il se trouve mêlé en intercalant quelques résumés où les phases d'un même problème se trouvent méthodiquement regroupées, ce qui permet de suivre le mouvement spécial imprimé à telle ou telle question.

Le présent volume qui constitue la première partie de cette étude historique est arrêté à l'année 1738, au moment où la publication des éléments de la philosophie de Newton par Voltaire imposait aux débats une tournure nouvelle qui ne devait pas d'ailleurs longtemps subsister.

Cette première partie est divisée en cinq chapitres : le premier relatif aux premières influences et à la résistance cartésienne, comprend la période 1700-1720; le deuxième comprend les années 1720-1728 où se développent les préliminaires du débat; le troisième comporte l'effort des grands cartésiens (1728-1732); le quatrième les premiers travaux newtonniens (1732-1734), et enfin le cinquième comprend les années 1735-1737, et est relatif à la préparation des grandes controverses.

L. Potin.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Communications du 2e semestre 1931.

1° Sciences mathématiques. — M. **S. Stoïlow** : *Sur les valeurs des fonctions analytiques au voisinage de la frontière d'un domaine de régularité.* — M. **M. Fekete** : *Sur des suites de facteurs conservant la classe d'une série de Fourier et aussi même de certaines propriétés individuelles locales de la fonction correspondante.* — MM. **Laurent** et **Augustin Seguin** et **André Labarthe** : *Appareil d'étude des phénomènes d'injection et de combustion dans les moteurs par l'ultra-cinématographe.*

2° Sciences physiques. — M. **Pan Tcheng Kao** : *Vitesses de propagation des ondes aériennes ultra-sonores.* — M. **Ch. Dietsch** : *Sur une méthode de mesure des intensités élevées en courant continu.* — M. **Edouard Belin** : *Le secret des transmissions télégraphiques et radiotélégraphiques.* 1° Avec la *machine à cryptographier* trois opérations successives sont nécessaires : A. Au départ et avant la transmission, la machine transforme l'original en un document brouillé illisible. B. La transmission de ce document brouillé s'effectue par des appareils télautographiques quelconques. C. A l'arrivée le document brouillé reçu est mis sur une machine à cryptographier, identique mais fonctionnant en sens inverse. Après développement on retrouve le document original 2° Avec le *cryptotélégraphe*, le document est placé sur l'appareil transmetteur, reçu sur l'appareil récepteur, en clair pour le destinataire et complètemen' brouillé pour tout tiers muni du même appareil. Pour que le secret puisse être garanti, il est indispensable qu'il n'y ait aucune émission de commande d'un appareil à l'autre et qu'on ne puisse, par un procédé quelconque déceler aucune périodicité dans la succession des fonctions mécaniques. — M. **G. Mahoux** : *Influence des ondes électromagnétiques sur la résistivité et la dureté des métaux et alliages.* — M. **Chatelet-Lavollay** : *Sur les spectres d'absorption complexes de chrome et de cobalt trivalent.* — MM. **C. Marie** et **N. Thon** : *Sur les phénomènes de dilatation présentés par certains dépôts électrolytiques de métaux.* — Mme **P. Curie** et M. **S. Rosenblum** : *Spectre magnétique des rayons α du dépôt actif de l'actinon.* — M. **A. Bates** : *Trempe et vieillissement des aciers extra-doux.* — MM. **W. Bronievki** et **J. Krol** : *Sur l'écrouissage du fer.* — MM. **A. Michel-Lévy** et **H. Muraour** : *Sur la température de déflagration des poudres colloïdales.* — M. **Grégoire** : *Sur le nombre de paires d'ions produits dans l'air par un rayon α du polonium.* — M. **Marcel Ballay** : *Sur quelques propriétés des fontes grises austénitiques.* — MM. **Augustin Boutaric** et **Jean Bouchard** : *Influence de la lumière sur la floculation des solutions colloïdales en milieu fluorescent. Rôle des inhibiteurs colorés et de la viscosité du milieu.* — M. et Mme **M. Lemarchands** : *Au sujet de l'inertie chimique.* — M. **J.-J. Rutgers** : *Modification de la méthode de dosage de l'azote de Pregl.* — MM. **A. Sanfourche** et **A. Portevin** : *Attaque de divers alliages par les solutions phosphatiques.* — MM. **P. Brenans** et **B. Rapilly** : *Sur le salicylate de mercure.* — MM. **L. Debucquet** et **L. Velluz** : *Combinaisons organiques sulfurées de tungstène et de molybdène.* — MM. **A. Mailhe** et **Creusot** : *Transformation de la benzine en méthane.* — MM. **Charles Dufraisse** et **Marius Badoche** : *Recherches sur les oxydes organiques dissociables. Sur un quatrième terme d'oxydation réductible du rubrène : le dihydroxydihydrorubrène* $C^{42}H^{28}(OH)^2$.

3° Sciences naturelles. — M. **L. Cayeux** : *Existence de restes organiques et notamment d'Algues siphonées verticillées dans le système schisto-calcaire du Congo belge.* La découverte d'Algues siphonées verticillées dans le système schisto-calcaire du Congo belge, tout en attestant son origine marine d'ailleurs démontrée par de multiples caractères pétrographiques, fait ressortir une remarquable similitude de conditions de milieu, réalisées sur d'immenses surfaces correspondant pour le moins à tout le Congo. — M. **Yves Milon** : *L'évolution du littoral et la formation des tombolos dans la région de Paimpol (Côtes-du-Nord).* L'érosion marine et le jeu des causes actuelles ne suffisent pas à expliquer l'évolution récente du littoral armoricain. Pour saisir la formation des moindres détails de la côte : tracé des anses, répartition des champs de blocs et de galets, formation des tombolos, etc., il faut faire intervenir un passé récent, et s'efforcer de retrouver sous les traits du paysage actuel les grandes lignes de l'histoire quaternaire. — M. **François Ruellan** : *La décomposition et la désagrégation du granit à biotite au Japon et en Corée et les formes du modelé qui en résultent.* Le régime de pluies abondantes, mais intermittentes dans un climat subtropical à très fortes variations de température où la chaleur et les grosses précipitations se produisent à la même époque, conditions que réalisent les moussons au Japon, partiellement en Corée et localement en Chine, peut produire une décomposition et une désagrégation granuleuses rapides du granit à moyens et gros éléments qui laisse des chaos de blocs altérés et une épaisse arène. — MM. **Caulle** et **Idrac** : *Sur les phénomènes des puits souffleurs du pays de Caux.* — MM. **M. Bridel** et **R. Lavieille** : *Sur le principe sucré du Kaa-hê-é* (Stevia Rebaudiana Bertoni) : II. *Les produits d'hydrolyse diastasique du stévioside ; glucose et stéviol.* L'hydrolyse du stévioside par le suc digestif de l'*Hélix Pomatia* a montré que ce produit serait un glucoside contenant trois molécules de glucose. Le glucose est lié au stéviol dans le stévioside, par l'oxhydryle acide du stéviol, car le stévioside ne possède plus les propriétés acides du stéviol. — M. **Pierre Chouard** : *Corrélations spécifiques constatées chez quelques Scilles portugaises* (Scilla monophyllos *Link*, S. Ramburei *Boiss.*, S. odorata *Link*). L'auteur a montré que les corrélations établies pour *Scille verna* entre le bulbe, l'inflorescence et la plantule

sont observées également pour les trois Scilles portugaises : *S. monophyllos*, *Ramburei* et *odorata*. La singularité d'une petite bractée à la base de la hampe florale en dedans du bulbe est notée chez toutes les espèces. Enfin, la similitude des corrélations permet de rapprocher ces diverses Scilles en un même groupe systématique, tout en esquissant leurs relations mutuelles, *S. monophyllos* se présentant comme la forme néoténique du groupe. — M. **Emery** : *Origine bactérienne des tumeurs de l'orme*. On peut, dès à présent, affirmer que les tumeurs des ormes ont une origine bactérienne. Elles sont causées par le *Bacterium tumefaciens* que l'auteur a isolé d'une de ces tumeurs, et avec lequel il a reproduit expérimentalement, sur un ormeau, le processus d'envahissement. — M. **L. Lavauden** : *Un nouveau Propithèque de Madagascar* (Propithecus Perrieri sp. nov.). L'auteur décrit un Lémurien noir, qui a été rencontré dans la forêt d'Analamera, située au sud-est de Diégo-Suarez, dans le nord de Madagascar, et auquel il a donné le nom de *Propithecus perrieri*, sp. nov. Si cette espèce a survécu et si elle est restée inconnue jusqu'à nos jours, c'est que cet animal est l'objet d'un *fady* (tabou) rigoureux parmi les indigènes de la région, ainsi, du reste que la forêt d'Analamera. — MM. **E. Le Breton**, **F. Mocoroa** et **E. Stulz** : *Les ferments protéolytiques du suc intestinal et du suc pancréatique*. Les auteurs n'ont jamais pu recueillir un suc contenant des ferments éreptiques et pas de kinase Ils ne peuvent donc pas se rallier aux théories d'après lesquelles le suc pancréatique normal contiendrait *tous* les ferments de la glande et où la muqueuse intestinale aurait comme rôle de transformer simplement la prokinase en kinase. Ils admettent au contraire que seuls les sucs pancréatiques anormaux contiennent des ferments éreptiques ou de la kinase ou parfois les deux ; et qu'indépendamment de toute kinase d'origine pancréatique le suc intestinal contient toujours à côté des ferments éreptiques de l'entérokinase. — MM. **R. Fosse**, **A. Brunel** et **P.-E. Thomas** : *Application de l'analyse quantitative spectrophotométrique de l'allantoïne au sang de quelques mammifères et à la graine de nombreux végétaux*. — M. **Albert Leulier** et Mme **Andrée Roche** : *Sur le mécanisme de l'action antiglycosurique de la santonine*. La santonine ne possède pas d'action nette sur la glycémie des animaux normaux. L'action antiglycosurique de la santonine est probablement due à l'élévation du seuil rénal du glucose ; elle est antagoniste de celle de la phloridzine. Au point de vue thérapeutique, la santonine peut donc être un adjuvant utile de l'insuline dans le traitement de certains diabètes. — MM **Boris Piettre** et **Boris Celan** : *Formation dans les exsudats articulaires, de fibrine en dehors du fibrinogène d'origine sanguine ; rôle des cellules blanches*. — Mme **J. Kostitzine** et M. **V.-A. Kostitzine** : *Sur la statistique d'infestation des Pagures par les Chlorogaster*. M. Ch. Pérez indique deux origines des groupes parasitiques qu'on trouve sur hôtes contaminés : 1° la contamination multiple par autant de larves s'inoculant dans le même hôte qu'on voit de sacs viscéraux ; 2° la contamination unique suivie d'un processus particulier réalisant la multiplicité des sacs viscéraux. Le calcul des probabilités a montré aux auteurs que la probabilité de la première hypothèse est très petite, alors que la seconde hypothèse explique très bien les choses. — M. **Néda Marinesco** : *Sur la force électromotrice de filtration provoquée par l'ascension de la sève dans les plantes*. Des expériences faites sur les Araucarias, les Géraniums et les Fuchsias ont montré qu'il est possible de faire monter ou descendre la sève dans ces plantes plus ou moins rapidement, en appliquant une différence de potentiel sur la tige, convenablement orientée, qui aide ou qui contrarie le processus d'osmose électrique produit par les déplacements du liquide à l'intérieur de vaisseaux capillaires. — MM. **Jean Troisier** et **Roger Cattan** : *Fièvre exanthématique inapparente de l'homme provoquée par* Rhipicephalus sanguineus. *Sa virulence pour le Singe et le Cobaye*. — M. **Félix Bertin** : *La nocivité des brouillards mosellans est due à des émanations industrielles*. L'auteur conclut que la mortalité effrayante constatée autour de Liége en décembre 1930 n'est pas due au brouillard, ni à une action microbienne, mais aux émanations industrielles, qui sont d'une part les gaz, parmi lesquels en ordre principal l'anhydride sulfureux, d'autre part les fumées et les poussières, concentrées dans les couches de l'atmosphère voisines du sol et les parties les plus encaissées de la vallée, comme à Engis, grâce : 1° à l'abaissement de la température de l'air au-dessous de zéro ; 2° à la stagnation d'un brouillard épais et prolongé ; 3° enfin à la persistance d'une zone de calme dans l'atmosphère, dont la stabilité thermique s'observait jusqu'à 1.000 mètres de hauteur.

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Édit., 1, rue de la Bertauche, Sens.—11-31.